

THESIS

MUNICH

1966

ZUR DEUTUNG DER UTERO-TUBAREN
DURCHBLASUNGSKURVEN

(MIT EINER GESCHICHTLICHEN
DARSTELLUNG DER ENTWICKLUNG
DER APPARATIV GESTEUERTEN
EILEITERDURCHBLASUNG)

Claudia Neumann

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER II. FRAUENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. med. RICHARD FIKENTSCHER

ZUR DEUTUNG DER UTERO-TUBAREN DURCHBLASUNGSKURVEN
(MIT EINER GESCHICHTLICHEN DARSTELLUNG DER ENTWICKLUNG
DER APPARATIV GESTEUERTEN EILEITERDURCHBLASUNG)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Claudia Neumann
aus Prag

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. K. SEMM
Mitberichterstatter:	Professor Dr. R. FIKENTSCHER
Dekan:	Professor Dr. R. ZENKER

Tag der mündlichen Prüfung: 21.6.1966

MEINEN LIEBEN ELTERN

INHALTSVERZEICHNIS

- A. Einführung
- B. Entwicklung der Methoden
 - 1. Ascendierendes Verfahren
 - a) Insufflation von Gas
 - b) Insufflation von Flüssigkeiten
 - 2. Descendierendes Verfahren
 - a) Insufflation von Gas intra operationem
 - b) durch transabdominale Injektion von Lösungen
- C. Interpretation der bei der Insufflation erhaltenen Kurvenbilder :
Frühere Vorstellungen der Kurvenentstehung
 - 1. in Abhängigkeit von der Tubenperistaltik
 - 2. in Abhängigkeit von den UteruskontraktionenNeue Erkenntnisse
- D. Experimenteller Teil (eigene Versuche)
Der Durchgängigkeitsgrad normaler Tuben
 - 1. an Leichenuteri
 - 2. in vivo
- E. Zusammenfassung
- F. Literaturverzeichnis
- G. Anhang: Abbildungen

EINFÜHRUNG:

Der hochdifferenzierte Aufbau der weiblichen Reproduktionsorgane kann morphologisch, d.h. meist entwicklungsgeschichtlich, und funktionell gestört sein. Sind die Störungen hochgradig, so führen sie zu Sterilität, in geringerem Grade kann temporär eine Infertilität vorliegen.

Im Laufe der letzten 50 bis 60 Jahre, in denen die Sterilitätsforschung sehr an Bedeutung zunahm, fand man, daß eine häufige Ursache der organisch und funktionell bedingten Sterilität die Unwegsamkeit der Tuben ist. So ist es verständlich, daß die Frage nach der Durchgängigkeit des von FALLOPIA erstmals beschriebenen menschlichen Eileiters von großem diagnostischen Interesse ist.

Lesionen, die zu einem Vollständigen oder teilweisen Verschluss des Lumens der Tube führen können, entzündliche Veränderungen des Epithels oder spastische Zustände im Tubenverlauf sind einige Beispiele, die eine Ascension der Spermien (große Zirkumferenz 3,5-3,5 μ) einerseits oder ein Herabsteigen des befruchteten Eies (Durchmesser 100 μ) andererseits verhindern können.

Auch ein Spasmuskrampf am Ostium uterinum kann den Eintritt des Eies in die Gebärmutterhöhle verhindern.

Pathologischer und anatomischer Sicht ist die Undurchgängigkeit der Tube von erstrangiger Bedeutung. Sie wird durch ihre anatomische Beschaffenheit begünstigt:

Der Eileiter (Tuba uterina) stellt einen muskulösen 12-15cm langen, etwa 0,5cm dicken Gewebssack dar, der am oberen Rand des Ligamentum latum deutlich geschängelten Verlauf besitzt und den Eierstock mit der Gebärmutter verbindet, aber nur mit letzterer unmittelbar verwachsen ist. Der Anfangsteil der Tube ist zur Aufnahme des Eies trichterförmig erweitert: Infundibulum tubae. In seinem Grund befindet sich das 0,2mm messende Ostium abdominale tubae. Der Rand des Infundibulum ist von 1-15 Fimbrien eingesäumt. Uteruswärts folgt die auf 6-10mm erweiterte Ampulla tubae. Sie nimmt zwei Drittel der Tube ein und besitzt auf ihrer serösen Seite ein ausgeprägtes Faltensystem (Abb. 1 im Anhang).

Der Isthmus tubae beginnt mit einer nach medial gerichteten Krümmung in Höhe der Extremitas uterina os uteri und zieht in frontaler und transversaler Richtung zur oberen lateralen Kante des Uterus. Die Pars interstitialis durchsetzt die Wand des Uterus und öffnet sich in das Cavum uteri mit dem Ostium uterinum tubae.

Da das Tubenendothel, ein Zylinderflimmerepithel, aneinanderliegt, kommt es oft durch ascendierende Entzündungen zu Verklebungen der Innenfläche des Tubenrohres. Entzündungen pflanzen sich in erster Linie ascendierend fort. Menstruation und Puerperium begünstigen diesen Vorgang, da bei beiden der Zugang zum Uterus durch Erweiterung des Cervikalkanals und infolge Verlust der

Schleimpfropfes geöffnet ist. Hauptsächlich unterscheiden wir zwei Prädispositionsstellen für den Tubenverschluß:

1. im interstitiellen Tubenverlauf,
2. am peripheren Ende.

Verschlüsse im freien Verlaufsweg der Tube sind seltener, ebenso Verklebungen in der ganzen Tubenlänge.

Tubendurchgängigkeit kann ebenso durch Kompression von außen bedingt sein. Zu diesen exogenen Passagehindernissen rechnen unter anderem Tumoren im kleinen Becken sowie intraabdominale Adhäsionen. Die Prognose dieser Undurchgängigkeit ist im Allgemeinen eine günstigere, da die Dekompression der Tube durch Tumorexstirpation, bzw. Adhäsionslösung größtenteils wieder zur Entfaltung des Tubenlumens führt.

Die Tatsache, daß die Tuben die direkte Verbindung zwischen der Vagina und der freien Bauchhöhle sind, wurde die physikalische Basis für die Tests der Tubendurchgängigkeit. Damit war eine sichere Grundlage für die Diagnostik und auch Therapie der Tubenerkrankung vorhanden. Früher war der Gynaekologe auf den Tastbefund und die darauf basierende Vermutung über die Durchgängigkeit der Tuben angewiesen, oder er mußte zur Klärung der Verhältnisse den relativ großen Eingriff einer Probe-laparotomie vornehmen und durch visuelles Betrachten auf die Eileiterdurchgängigkeit mutmaßen.

In Jahre 1860 fanden diese Überlegungen einer physikalischen Durchgängigkeitstestung durch STONE erstmals ihre praktische Anwendung. Flüssigkeiten wie Jodtinktur oder Iodtinktur wurden durch eine in den Cervikalkanal eingeleitete Spritze in Uterus und Tuben eingebracht. Die Tubendurchgängigkeit ließ sich dann am Austritt der Flüssigkeiten in die freie Bauchhöhle bei der Laparotomie nachweisen. Auch DÖDERLEIN ging 1867 so vor und injizierte mittels einer BRAUN'schen Spritze Methylenblauflösung in den vorher dilatierten Uterus. Er beobachtete über einen pathologischen Ball, welcher Tumora jodi gewahrt hatte und die Peritonealhöhle nicht in die Tuben verdrängte. Nach Exzision des Uterus wurde am Präparat festgestellt, daß die Scheidwand der Tubenenden völlig verquollen war.

Die ersten aus dem Gesichtspunkt der Eileiterdurchgängigkeit verwertbaren Versuche leuchteten von LE LORIER in den Jahren 1881 bis 1883 durchgeführt. Er führte mittels einer Isotonischen Flüssigkeit in den Uterus, Aufklärung über die Verhältnisse an Uterus und Tuben zu erlangen. Dazu verwendete er eine Katheter, durch die isotonische Flüssigkeiten in den Uterus eingebracht wurden.

Neben diesem ascendierenden Weg untersuchte er auch den descendierenden. Er führte eine Katheter, sozusagen in der Douglas und wies sie nach Tuben, die er

Passage am äußeren Muttermund nach.

Auch CARY stellte 1914 Versuche zur Tubendurchgängigkeit an: Er spritzte Kollargollösung in den Uterus und versuchte dann röntgenologisch festzustellen, ob die Flüssigkeit in den Bauchraum übergetreten war. CARY benützte eine am unteren Ende gebogene und am oberen mit einem Gummiballon versehene Glas-kanüle, durch die er Kochsalzlösung in den Uterus injizierte.

1914 begann RUBIN im Tierexperiment Kollargollösung durch den Uterus in die Tuben zu spritzen und prüfte mittels Röntgenbild die Tubenwegsamkeit.

1918 führte RUBIN seine ersten Eileiterdurchblasungen mit Luft am Menschen durch. Die Methode, die Durchgängigkeit der Eileiter aerodynamisch zu prüfen, nannte er *Insufflation*.

Sie brachte für die Diagnostik und Therapie der Sterilität neue Möglichkeiten.

Hierbei bedient man sich des Prinzips, eine meßbare Menge eines Gases unter kontrollierbaren Druckverhältnissen bei gleichzeitiger graphischer Aufzeichnung in das Cavum uteri strömen zu lassen.

Bei seinen ersten Eileiterdurchblasungen brachte RUBIN bis zu 2000 ccm Sauerstoff durch die Tuben in die freie Bauchhöhle und wies dann röntgenologisch ein Pneumoperitoneum nach. Als Indikator eines positiven Ausfalls der Tubendurchblasung war auch die aufgetretene sichtbare abdominale Spannung verwertbar. Sehr bald aber reduzierte RUBIN das Gasvolumen auf 250 bis 300 ccm und kontrollierte den Druck des strömenden Gases mit einem Quecksilbermanometer. Das geringe Gasvolumen genügte zum Ablosen der Leber vom Zwerchfell und damit zum Verschwinden der Leberdämpfung. Seine Apparatur bestand damals neben dem Quecksilbermanometer aus einer Sauerstoffflasche, einer Waschflasche und der KEYEZ-ULTZMANN-Kanüle.

1920 fügte RUBIN seinem Apparat eine Glasglocke zur Volumenmessung des verbrauchten Gases hinzu. Eine Durchflußmessung nahm er noch nicht vor.

Im Laufe der Jahre veränderte er sein Verfahren durch Modifizieren der Apparatur des öfteren. 1949 stellte er seine Technik in einer noch heute viel gebrauchten Apparatur vor. (Abb. 2 im Anhang)

Der Aufbau der RUBIN'schen Apparatur:

1. Eine kymographische Trommel. Mit ihr ist es nicht nur möglich, die Durchgängigkeit der Tuben als solche zu registrieren, sondern auch die Funktion der Tuben unter physiologischen und pathologischen Bedingungen (Verklebungen, Spasmen) zu erfassen.
2. Ein Motor, der für 45 Minuten den Kymographen mit gleicher Drehzahl laufen läßt.

3. Ein Quecksilberbehälter mit einem Schwimmer und angeschlossener Schreibvorrichtung.

Die Quecksilbersäule zeigt den Insufflationsdruck an, der etwa dem Druck im inneren der Tuben und des Uterus entspricht. Die Strömungsschwankungen werden auf dem Kymographen mit Hilfe des Schwimmers, dem der Tintenschreiber angeschlossen ist, aufgezeichnet.

4. Ein Siphometer aus Glas, das zum Inneren eines zylindrischen Zählers geschaltet ist und sich in einer Glocke befindet. Der Gasdurchfluß ist meist auf 30 ccm/min. eingestellt. In die Glocke strömt von oben Kohlendioxyd über einen Druckmesser und ein Reduzierventil. Die Gasableitung ist einmal an ein Quecksilbermanometer zur Druckregistrierung, zum anderen über einen längeren Schlauch zur Uteruskanüle möglich. Der niedere Teil des Siphons ist zu einem U geformt und mit Wasser gefüllt. Eine Öffnung über der unteren Seite des Zylinders verbindet die Tube mit dem U-Rohr und erlaubt dem Kohlendioxyd, in der äußeren Kammer in zwei Richtungen zu fließen.

Der Hahn am Eingang des Siphometers dient dazu, den Kohlensäuregasstrom nach beendeter Insufflation zu stoppen. Die Durchflußmessung wird durchgeführt, indem die Zeit gemessen wird, in der eine gewisse Menge Gas durch den Siphon strömt. Jeder Gasstoß ist eine sogenannte "Pulsation". Im Normalfall genügen zwei Pulsationen um ein Pneumoperitoneum und seine klinischen Zeichen herzustellen. Die dazu benötigte Zeit beträgt etwa 1 - 2 Minuten. Die Menge übersteigt selten 240 ccm.

5. Eine Kohlendioxydflasche mit flüssiger Kohlensäure, die ca. 180 liter Gas bei NN enthält.

6. Ein Druckreduktionsventil mit einem Druckmesser. Der Druck ist durch das Reduktionsventil automatisch auf maximal 250 mm Hg gedrosselt. Dieser Druck kann zu Insufflationszwecken nicht überschritten werden.

7. Ein Nadelventil, das ein genaues Verstellen der Gasdurchflußmenge von 0 - 100 ml/min. erlaubt und gleichzeitig als Abstellventil dient. Die Durchflußzeit beträgt normalerweise 30 Sekunden pro Aktion des Siphometers. Diese Zeit kann am Nadelventil bis zu 15 Sekunden pro Aktion verringert werden.

Durch die Regelung des Gaszuflusses erhält man gleichzeitig auch die gewünschte Durchflußgröße.

Als Ersatz für RUBIN stellte einen im Aufbau einfacheren Apparat für die Pertubation vor, bei dem eine Brauserablette als CO₂-Quelle benutzt wird. Die Tablette enthält Natriumbicarbonat, Zitronensäure und Weinsäure in geeigneter Konzentration, um in Verbindung mit Wasser Kohlendioxyd zu erzeugen. Für die Mischung der Tablette mit Wasser stand ein harter Acrylplastik- oder Stahlbecher zur Verfügung. Von dort führte ein Schlauch zu einem Druckbegrenzer bis maximal 300 mm Hg. Der Druckbegrenzer hatte ein Regulierventil, von dem ein Schlauch zu einem

zweiten Druckbegrenzer führte, der die Schreibfeder betätigte. Von hier aus floß das Gas in den uterinen Kanal. Der Kymograph wurde von einem leise arbeitenden, kleinen Elektromotor betrieben und registrierte den Insufflationsdruck und die Oscillationen, die nach RUBIN durch Uterus- und Tubenkontraktionen erzeugt werden.

Nach Bekanntwerden der RUBIN-Methode begann die Insufflation, eine vielbeachtete, vielumstrittene und sehr oft modifizierte Methode der Sterilitätsdiagnostik und -therapie zu werden. Endlich bestand die Möglichkeit, die relativ häufig Sterilität verursachende Veränderung, die Tubenundurchgängigkeit, objektiver zu registrieren. Das Verfahren war jedoch heftig umstritten, weil viele Gynäkologen es für nicht ungefährlich hielten. Viele Modifikationen im technischen Vorgehen sollten die Gefahr einer Luftembolie bzw. einer Tubenruptur weitgehend ausschließen helfen, um den großen Gewinn dieser Methode nicht zu belasten. Zudem bedurfte die 1920 von RUBIN vorgestellte Apparatur einer Modifizierung, um das Verfahren weniger kostspielig und technisch einfacher zu gestalten.

Im folgenden soll die Entwicklung der Insufflationsverfahren dargestellt werden, die von 1920 bis 1950 parallel zum RUBIN'schen Werdegang verliefen.

Die Einführung der Pertubation in die deutsche Frauenheilkunde verdanken wir GRAFF und GUTHMANN (1922). Sie brachte zunächst eine komplizierte Vorrichtung in Form eines von GUTHMANN 1922 selbst konstruierten Apparates. (Abb. 3 im Anhang)

Er veränderte die RUBIN'sche Methode in vielen Einzelheiten. Als Zeichen der Tubendurchgängigkeit verwendete er das Verschwinden der Leberdämpfung beim Entstehen eines Pneumoperitoneums. Auf die Objektivierung des Befundes durch Kurvenschreibung wurde verzichtet.

In einem KIPP'schen Gasentwickler (A) entsteht unter Einwirkung von Salzsäure auf Calciumcarbonat Kohlendioxydgas, das nach Reinigung in einer mit angesäuerter Kaliumpermanganatlösung gefüllten Waschflasche (B) durch einen Dreiweghahn (D) in ein graduiertes Gasometer (E) gelangt.

Mittels eines Niveaugefäßes und eines Dreiweghahnes kann das Kohlendioxyd in das Gasometer eingelassen, dort unter Druck gesetzt und über eine Waschflasche (F), sowie ein zwischengeschaltetes Quecksilbermanometer (Q) durch einen Katheter in den Uterus geleitet werden.

Bei Durchgängigkeit der Tuben perlt das Gas durch die Flasche F, tritt durch den Katheter in die Gebärmutter und durch die Tuben und verändert den negativen Abdominaldruck in einen positiven. Die Folge davon ist das Verschwinden der Leberdämpfung.

Eine große Vereinfachung der Pertubationsmethode stellt der sogenannte "Tubenschneuzer" nach SELLEHEIM dar, der 1923 beschrieben wurde. (Abb. 4 im Anhang)

Dieser Tubenschneuzer bestand aus einem Abdichtkonus aus Metall für den Muttermund und einer 150 ccm fassenden Glasspritze oder einem Gummiballon (nach SCHUBERT), an dem ein Kontrollmanometer angeschlossen war.

Als Maßstab für die Tubendurchgängigkeit diente:

1. Die insuffizierte Luftmenge (diese war auf 150 ccm begrenzt).
2. Der Manometerstand (er kann zwischen 25 und 250 mmHg schwanken).
3. Die Zeit, die gebraucht wird, um die Luft aus der Spritze in das Uterus-Tubensystem zu drücken.
4. Die Auskultation des 1923 von HENDERSON und AMOS entdeckten Bläschengerausches, das beim Austritt von Luft aus den Tuben in die freie Bauchhöhle auftritt.

Die Einfachheit und der geringe Kostenaufwand dieser Methode brachten eine weite Verbreitung dieser Technik mit sich und verhinderten in Deutschland die Weiterentwicklung der von Amerika ausgegangenen Methode, zumal die GUTHMANN-Apparatur von SELLEHEIM ihres komplizierten Aufbaus wegen als "chemisches Laboratorium" geißelt wurde. Dem Vorteil der Einfachheit dieses Instrumentariums stehen aber Nachteile gegenüber, die die Pertubation "aus der freien Hand" heute für nicht mehr vertretbar machen.

Die Nachteile der SELLEHEIM'schen Methode sind folgende:

1. Es stehen in diesem System stets 150 ccm Luft unter Druck. Dieser Umstand begünstigt das Auftreten einer Luftembolie.
2. Durch den Tremor der Hand entsteht beim Eindrücken des Spritzenstempels mit dem Daumen eine Druckschwankung, die eine zu Kontraktionen führende Irritation des Uterus und der Tuben hervorrufen und Tubenundurchgängigkeit infolge eines artefiziell ausgelösten funktionellen Tubenspasmus vortäuschen kann.
3. Die Diagnostik muß sich auf die Auskultation des Bläschengerausches und den durch Reizung des N. phrenicus auftretenden Schulterschmerz beschränken.
4. Bei wiederholten Insufflationen fehlen die Vergleichsmöglichkeiten der Untersuchungsergebnisse vorhergegangener Insufflationen.

Angesichts dieser auffälligen Nachteile fand diese Durchblasungstechnik große Anwendung und wurde nur in kleinen Details verändert.

DICKINSON verband 1923 eine der Anteflexio des Uterus entsprechend gebogene Glaskanüle an die ein T-Rohr angeschlossen war, das die Luft in den Uterus und in ein Manometer leitete. Der nötige Druck wurde durch ein T-Rohr...

hergestellt. Die gleiche Anordnung gab 1924 FERGUSON an.

MANDELSTAMM verwandte ein doppeltes Gummigebläse als Luftpumpe. Der damit erzeugte Druck überstieg kaum 200 mmHg. Verwendet wurden etwa 50-100 ccm Luft. Weiter gehörten zu seinem Instrumentarium ein Uteruskatheter und ein zwischen Gummigebläse und Katheter geschalteter RIVA-ROCCI-Blutdruckapparat. (Abb. 5 im Anhang)

In einer zwischengeschalteten Wasserstoffperoxydflasche erfolgte die Reinigung der Luft. Die gleiche Apparatur, allerdings ohne Wasserstoffperoxydflasche, gab 1925 SCHWARZWEILER und SCHÜCKING verwendet. Mit dieser Apparatur Ozon zur Durchblasung.

CLIFFER verwandte im Jahre 1926 unter Druck gesetztes Kohlendioxyd zur Insufflation. In einem kleinen Ballon, der mit der Hand zusammengepreßt wurde, befand sich das Gas. Nachdem das Kohlendioxyd eine Reguliervorrichtung und das angeschlossene Schlauchsystem passiert hatte, gelangte es in einen mit Wasser gefüllten Ballon, der als Ventil diente. Durch seine Verbindung mit einem Quecksilbermanometer konnte hier der Druck jederzeit abgelesen werden.

Das Instrumentarium von OTTOW 1923 bestand aus einer 10 ccm fassenden BRAUN'schen Uterusspritze mit langer Kanüle, dem STOECKEL'schen Cystoskopiestativ, der WOLFF'schen Flasche, einem RIVA-ROCCI-Apparat und einem doppelten Gummigebläse. (Abb. 6 im Anhang)

Der durch Aufblasen des zweiten Gummiballons entstandene Druck wurde durch ein Quecksilbermanometer angezeigt. Öffnete man jetzt den Hahn unterhalb der BRAUN'schen Spritze, so erfolgte das Ausstromen der unter Druck gesetzten Luft in den Uterus und in die Tuben. Durch einmaliges Eichen des Apparates konnte man nicht nur die Druckhöhe am Quecksilbermanometer, sondern auch die verbrauchte Luftmenge ablesen.

Gegen die Anwendung großer Luftquanten wandte sich 1924 GEPPERT, da die Windkesselwirkung bei 150 ccm Luft wesentlich größer ist als bei 20 ccm, und dadurch die Druckschwankungen bei dem großen Luftpolster wesentlich schwerer zu beobachten sind.

FROMMOLT wiederum hielt diese kleinen Volumina für die Insufflation für ungeeignet, da damit eine Tubendurchgängigkeit nicht genau feststellbar ist. Eine stomatogene sactosalpingitisch veränderte Tube kann damit nur aufgeblasen werden, was eine Durchgängigkeit voraussetzt. Am Handelteller. Am Tage der Insufflation von 150 ml Luft erfolgten Laparotomie konnte FROMMOLT den experimentellen Nachweis führen, daß kleine Insufflationsmengen (z.B. unter 150 ml) zu Fehldiagnosen führen. In seinem Fall fand er bei offenem Bauch aufgeblasene, aber beiderseits verschlossene Sactosalpingen.

HORALEK (1924) modifizierte die Pertubationsmethode durch Anwendung des VAQUEZ-Tonometers, das die Luft durch einen Ballon in einen 5%igen Peroxyd-lösung enthaltenden Glaskolben trieb. Als Ansatzstück am Uterus verwandte er hohle HEGAR-Stifte.

In der Anordnung von DOUAY im Jahre 1924 wurde mittels eines Ballons ein manometrisch registrierter, genau festzulegender Druck in einem kleinen Behälter erzeugt. Das Gas konnte dann unter diesem Druck in das Uterus-Tuben-System geleitet werden. (Abb. 7 im Anhang)

Kurze Zeit später verwandte DOUAY Sauerstoff aus einem Reservoir, an das ein Wattefilter angeschlossen war.

GRAFFAGNINO maß 1925 mittels des auch von RUBIN angegebenen Siphons den Durchfluß. Die Registration erfolgte durch einen Blutdruckmesser. (Abb. 8 im Anhang)

In der Apparatur von LAURENTIE und MOUSSALI wurde Sauerstoff nach Reinigung in Aqua Destillata bei Zwischenschaltung eines Quecksilbermanometers in den Uterus geleitet. Die Durchgangigkeit der Tuben wurde nach der Schnelligkeit der durch die Waschflasche perlenden Sauerstoffblasen bestimmt. Außerdem wurde das Blasengeräusch auskultiert. Dieses Gerät wurde im Jahre 1925 vorgestellt. In Paris konstruierte zur gleichen Zeit ZUBRYCKI eine Vorrichtung, die aus einer Luftpumpe, einem Manometer und einem Ansatzstück bestand. Neben Druckabfall am Manometer und Auskultation verwandte er als Kriterien der Durchgangigkeit ein leichtes Erzittern der hinteren Uteruswand und das Verschwinden der Leberdämpfung.

CHERTOK (1926) wählte als Kriterium der Tubendurchgangigkeit das Perlen der Luft in der WOULE-Platte heran, die neben einer Kanüle und einem doppelten Ballon zu seinem Instrumentarium gehörte.

ELLERER und BLOCH-ZORMSER veröffentlichten 1927 ihr Insufflationsverfahren. Aus einer Latexgummaspritze konnte das Gas zunächst über eine Zweiwendungsmanometerisch registrierend und dann über eine unten gelegene Hohlsonde in das Uterus-Tuben-System geleitet werden. Nach NOVAK (im Jahre 1929 kam seine Methode zur Anwendung. Es wurde aus einer Bombe mit einem Reduzierventil das Gas über eine Waschflasche, die zugleich als Manometer diente, geleitet, worauf es durch einen in den Uteruskatheter und im Nebenschluß zu einem Manometer mit Registrierung kam. In das System wurde auch ein Reduzierventil gebracht.

ONES gab 1931 einen im Aufbau affizilen Apparat an, der durch seine Stielklemmenverrichtungen dem Operateur keine Wahl zwischen sorgfältigem und fahrlässigem Vorgehen bot. Er benutzte ein System, in dem zwei Gaszylinder an-

einander angeordnet waren. Durch Einströmen von Kohlendioxyd in das untere Glas wurde erreicht, daß das darin befindliche metallische Quecksilber durch ein Rohr in das oberhalb stehende Ausweichgefäß verdrängt wurde und nunmehr auf das Kohlendioxyd einen Druck ausübte. Mit diesem manometrisch verfolgbaren Druck wurde das Kohlendioxyd insuffliert. Das Überschreiten eines Höchstdruckes war hierbei ausgeschlossen, da dieser durch die Differenz zwischen dem oberen und dem unteren Quecksilberspiegel festgelegt war. Die beiden Kammern wurden deshalb zweckmäßigerweise übereinander plaziert. Ihre Entfernung durfte nie mehr als 250 mm betragen.

Auch HANSON arbeitete 1931 mit einem Zweikammersystem. Hierbei wurde ein im Quecksilbermanometer registrierbarer Druck auf eine mit Wasser gefüllte Flasche ausgeübt. Das Wasser verdrängte dadurch das sich in der zweiten Flasche befindende Kohlendioxyd durch eine Kanüle in den Uterus.

1936 gab FUSS ein System von zwei kommunizierenden Flaschen an, von denen eine mit destilliertem Wasser, die zweite mit Kohlendioxyd gefüllt war. Mit einem Gummiballon wurde das Wasser aus der ersten in die zweite Flasche gepumpt und verdrängte das Kohlendioxyd in den Uterus. Ein Manometer gab die Druckhöhe an.

RIAZI (1937) benutzte ein 100 ml fassendes Kohlendioxydreservoir, um aus diesem über einen 1 m langen Gummischlauch das Gas mittels einer Kanüle in das Uterus-Tuben-System strömen zu lassen. (Abb. 9 im Anhang)

Durch einen zwischengeschalteten Dreiwegehahn konnte der jeweils vorhandene Druck gemessen und kymographisch aufgezeichnet werden. In der Modifikation nach RIAZI-PALMER wurde ein zusätzliches Reglieremanometer verwendet.

FRIEDL schuf 1936 an der Prager Frauenklinik eine Versuchsanordnung, die ebenfalls mit zwei Flaschen arbeitete. Beide waren miteinander verbunden. Dabei diente die eine Flasche als Gasbehälter, die andere - 3 m darüber angeordnet - wurde als Druckgefäß mit Wasser gefüllt. Durch Drosselung des Verbindungsannes konnte ein gleichmäßiger Druck erzielt werden. (Abb. 10 und 11 im Anhang)

1940 stellte MARBACH sein Insufflationsgerät vor. Es bestand aus einem Kohlendioxydtrank und einer Flasche, die die Menge des Gases maß, das durch die Kanüle floß. Sie war so konstruiert, daß mit jeder Aktion 30 ccm Kohlendioxyd in 30 sec freigesetzt wurden. Zudem war ein Aneroid-Druckmanometer an das System angeschlossen, das abhängig vom Widerstand des eingeblasenen Gases den Druck aufzeichnete. Am Kymographen wurde in der Ordinate der Druck in Millimeter Quecksilber, in der Abszisse die Zeit in Minuten aufgetragen. Das Reduzierventil setzte den Druck in dem Auffülltank herab. Zwei Sicherheitsventile verhinderten, daß der Druck über das Höchstmaß von 230 mmHg stieg. Sie

sollten außerdem die Gleichmäßigkeit des Durchflusses durch die Kanüle garantieren.

Mit einem ähnlichen Gerät arbeitete 1936 MOENCH, der einen Kohlendioxydtank mit Druckminderer, ein Manometer und ein Gefäß zur volumetrischen Bestimmung des Kohlendioxydes verwendete.

Im Carboxygenator von PALMER wurde das aus einer Kohlendioxydbombe einströmende Gas unter manometrischer Kontrolle entspannt und über ein Schlauchsystem bei gleichzeitig ablesbaren Druckwerten dem Uterus zugeleitet.

LOPEZ blies 1954 mit einer Spritze unter Kontrolle mittels eines RIVA-ROCCI-Blutdruckmanometers Luft durch die Tuben. Ebenso verfuhr WONG. Beide auskultierten das Bläschengerausch der durch das Ostium abdominale strömenden Luft auf den Bauchdecken.

Das Gerät von SOKOL (1956) bestand aus einer kleinen Kohlendioxydbombe mit Halterung, einem Manometer, das den Druck in der Bombe anzeigte, einer Drosselventilschraube mit Skaleneinteilung und einem Sicherheitsventil, das sich automatisch beim Überschreiten einer bestimmten Druckhöhe öffnete. Der Apparat arbeitet mit kleinen Kohlendioxydkapseln ohne Druckminderer. Der hohe Druck wurde lediglich über ein Nadelventil mit nachgeschaltetem Sicherheitsventil kontrolliert. Ein Schlauch stellte die Verbindung zum Uteruskatheter her. Die Druckverhältnisse wurden graphisch registriert.

1958 veröffentlichte DÖRING seine schon länger geübte Pertubationsmethode. Durch den Injektionsdruck einer mit Kohlendioxyd gefüllten 20 ml-Spritze wurde im System (Spritze, Registriervorrichtung, Schlauch zum Uterus) ein Überdruck erzeugt, der das Gas durch Uterus und Tuben trieb. Der Druck wurde mit Hilfe einer Durchflußmembrankapsel auf die Aneroidkapsel des Registriersystems übertragen. Dieses zeichnete die Druckschwankungen auf das Diagrammpapier des Kymographen auf. Der Pertubationsvorgang begann mit dem Ansaugen des Kohlendioxydes aus dem Gummiballon in die 20 ml-Recordspritze. Nach Schließen des Einlaßventiles wurde in der Spritze ein Druck von etwa 100 mmHg erzeugt, der am Trommelschreiber aufgezeichnet wurde.

Durch Öffnen eines Ventils wurde dann das Gas in den Uterus geleitet. Bei diesem Verfahren gelangten etwa 10 ccm Kohlendioxyd in Uterus und Tuben. Bei nach Öffnen des Ventils die Druckkurve ab, so war der Durchblasungstest positiv. Wenn die Kurve weiterhin geradlinig, so wurde der Tubenverschluss diagnostiziert.

Auf die Fehlermöglichkeiten dieser Technik wurde schon auf Seite 18 bei GEPPERT und FROMMOLT hingewiesen. (Abb. 12, 13a, 13b im Anhang)

Der BONNET Apparat (1938) bestand aus einem Kohlendioxydreservoir, von dem die Kohlensäure unter hohem Druck in einen Druckminderer strömte, der das Gas

auf ein bestimmtes Niveau entspannte. Dann wurde das Gas nach einem Absperrventil in zwei Richtungen geleitet. Einmal gelangte es in das utero-tubare System über einen Kautschukschlauch mit angeschlossener Uteruskannüle, zum anderen wurde das Gas zum Kymographen geführt, um die Druckverhältnisse synchron mit dem Durchfluß erfassen zu können. Das Kohlendioxydreservoir enthielt in einer Stahlflasche mit 630 ccm Volumen etwa 380 g flüssige Kohlensäure. Dies entspricht ungefähr 200 l Gas bei einer Temperatur von 20° C und atmosphärischem Druck. Da aber der Dampfdruck, dem GAY-LUSSAC'schen Gesetz folgend, von der Temperatur abhängt, ist die mechanische Entspannung, die sich der Federkraft in einem Druckminderer bedient, nur innerhalb einer kleinen Temperaturbreite konstant. Die Konstanz des von der Apparatur für die Perturbation gelieferten Druckes war somit von der Außentemperatur abhängig.

Das Prinzip der Durchflußmessung von BONNET beruhte auf der Querschnittsveränderung einer Düse, die in ccm/min geeicht war. Wenn der Querschnitt dieser Düse jedoch größer als der des vorgeschalteten Reduzierventils war, strömte das Gas ohne Registrierung einer Druckkurve aus. Bei einem geschlossenen System (Eileiterverschluß) wurde der apparativ bedingte Maximaldruck in jedem Falle erreicht. (Abb. 14 im Anhang)

Bei durchgängigem Eileiter dagegen stellte sich zwischen angebotener Durchflußmenge (verstellbar von 0 - 100 ml/min bei relativ konstantem Druck) und dem tatsächlichen Abfluß ein dynamisches Gleichgewicht ein, dessen Druckgröße graphisch registriert wurde. Die Veränderung des Druckquerschnittes von Durchmessern zwischen 0 - 100 ml hat aber nur solange einen Sinn, als der nachfolgende Widerstand (Uterus und Tuben) kleiner, d.h. der Querschnitt größer ist, als der des regelbaren Durchflußbegrenzers. Öffnet man den Drosselquerschnitt über den Querschnitt der Tubenpassage, so strömt, da ja der Ausgangsdruck konstant ist, nicht mehr Gas durch die Tuben. In diesem Punkt liegt die wesentlich andere Charakteristik gegenüber dem Insufflationsapparat von FIKENTSCHER und SEMM, die mit einem variablen Druck bei konstantem Kessel arbeiten.

FIKENTSCHER und SEMM stellten 1964 einen Apparat vor, der auf beste Diagnostik und Therapie bei größtmöglicher Schonung der Patientin abzielte.

Aus kleinen Kapseln oder größeren Flaschen wird das zur Insufflation verwendete Kohlensäuregas entnommen. Der Kohlensäuregasdruck wird in einem Zwischenbehälter dargestellt. Der nur aus diesem Zwischenbehälter entnommene Gasdruck kann von 0-300 mmHg eingestellt werden.

Die in das Genitale einströmende Gasmenge ist auf einer mit cm^3/min beschrifteten Skala abzulesen. Der Gaszufluß ist mengenmäßig einstellbar und beträgt z.B. 50 ccm^3/min bei 100 mm Druck gegenüber Normal-Null.

Auf einem Papierband werden laufend thermoelektrisch die in Ccm/min

schen Druckverhältnisse registriert. Das Aufblasen des Mantelballons am flexiblen Uterus-Katheter und das Vakuum zum Ansaugen des Portio-Adapters am äußeren Muttermund wird durch technische Einrichtungen, die, wie auf der Abbildung ersichtlich, in die Apparatur eingebaut sind, möglich.

Das Universal-Pertubations-Gerät nach FIKENTSCHER und SEMM (Modell "S") dient außer der Eileiterdurchbläsung mit Kohlensäuregas auch zur Hystero-Salpingo-Graphie und Hydrotubation.

Für die HSG wird ein Zwischenbehälter mit Röntgenkontrastmittel zwischengeschaltet.

Dieses aufwendige Universal-Pertubations-Gerät eignet sich vor allem für den Kliniksbetrieb. Für die gynakologische Praxis entwarfen FIKENTSCHER und SEMM einen einfacheren Insufflator, dessen Diagnostik sich auf die Anzeigung von drei Graden der Durchgängigkeit beschränkt. Die Druckkurve wird nicht aufgezeichnet. Sonst gleicht dieses Gerät völlig dem Universal-Pertubations-Gerät Modell "S". Bei zahlreichen Versuchen festgelegte Durchgängigkeitsgrade wurden eingeteilt in:

1. normal durchgängig
2. erschwert durchgängig
3. sehr erschwert durchgängig

und die experimentell festgelegten Meßgrößen wurden auf den Tuben-Tester übertragen.

Man kann mit dem Tuben-Tester eine kontrollierte Durchbläsung der Eileiter mit Kohlensäuregas, eine fraktionierte Drucksteigerung zur Insufflation bzw. HSG und Hydrotubation durchführen. Das Schweben der Kugel ist ein sicheres Kriterium für die Durchgängigkeit der Tuben. Der Durchgängigkeitsgrad III kann durch Übertragung der Schwebehöhe der Kugel und des Zwischenbehälterdruckes auf das Diagramm festgestellt werden. (Abb. 15, 16, 17 und 18 im Anhang)

INSUFFLATION VON FLÜSSIGKEITEN (HYDROTUBATION)

Neben diesen klassischen Pertubationsmethoden ist noch die Weiterentwicklung der Hydrotubation zu erwähnen, auf deren Prinzip ja die ersten Tubendurchgängigkeitsprüfungen beruhten. Hier wird anstelle des von RUBIN inaugurierten Gases eine Flüssigkeit durch Uterus und Tuben geleitet.

Dabei gibt es diagnostisch zwei Möglichkeiten:

1. direkte visuelle Kontrolle der instillierten Farblösung (per laparotomiam, laparoskopiam, coelioskopiam),

2. durch indirekten Resorptionsnachweis der instillierten Lösung (chemisch oder durch Geruch).

Die heute gebräuchlichste Hydrotubationsmethode ist von SPECK in den Jahren 1948 und 1956 angegeben worden:

Es wurden etwa 10 ml Phenolsulphophthaleinlösung mit einer Spritze in den Uterus gebracht. Eine halbe Stunde nach der Instillation wurde mit 10%iger Natronlauge der Urin titriert und das vorhandene Phenolsulphthalein durch Rotfärbung nachgewiesen. An Hand der im Urin wiedergefundenen Menge wurde die Durchgängigkeit bestimmt. Mehr als 10% der instillierten Menge deutete auf einwandfreie Durchgängigkeit an. 5 - 10% zeigten eine erschwerte Durchgängigkeit und weniger als 5% wiesen auf Eileiterverschluß hin.

LUNSE MANN verwendete Methylengraublösung, die er in den Uterus spritzte und bei durchgängigen Tuben durch Douglaspunktion nachwies.

SCHWENDT und BECKMANN (1963) verwendeten nach demselben Prinzip Protosil und Penicillinlösung.

BARCKO gab 1947 ein Verfahren zur graphischen Registrierung des Durchströmens der Tuben mit Flüssigkeiten an.

Er verwendete die Tropfenrichtung eines Infusionsbestecks, in der die Flüssigkeit langsam durch Kohlendioxiddruck in den Uterus gedrängt wurde. Eine kymographische Vorrichtung zeichnete mit dem Durchströmen der Flüssigkeit eine Druckkurve auf.

Durch seine Tropfenrichtung konnte man von der Hydrotubation zur Insufflation mit Kohlensäure übergehen.

BOZOVSKY und NIKULIN (1960) instillierten 10%ige wässrige Novokainlösung mit Penicillinzusatz zu therapeutischen und diagnostischen Zwecken.

Den heute üblichen Weg, die eileitertesten Tuben (Tuben Oritens und Vagina), benutzte als erster, wie schon erwähnt, im Jahre 1911 Le LORIER.

1. Diese Methode führte auch VON OTT 1927 mit in Flüssigkeit suspendiertem Holzkohlenstaub durch. Er spritzte die Suspension durch die Bauchdecken in die Bauchhöhle und wies den Holzkohlenstaub an der Cervix oder der Vagina nach.
2. KÜRNBERGER (1934) konnte keine Operationen durch Einspritzen einer sterilen Lösung in die Tuben die Durchgängigkeit derselben.
3. KOK (1926) verwendete Kochsalzlösung mit Zusatz von Methylengrau; außerdem verwendete er an Sesam oder Mohnöl gebundene Halogene (Bromipin), die er in den Douglas einbrachte und im Cervixschleim nachwies.
4. CONILL SERRA spritzte Oleum olivarum durch die Bauchdecken und wies es im Cervixschleim mit Sudanfärbung nach.
5. DECKER (1954) benutzte die Jod-Stärke-Reaktion und arbeitete mit einer Stärke-Granulations-Suspension, die er in den Douglas spritzte und im Cervixschleim nachwies.

6. Auf gleichem Wege applizierten STABILE und LEBORGNE (1956) in Serum gelöstes, in Penicillinlösung suspendiertes radioaktives Gold intraperitoneal und wiesen es mit einem Geigerzähler in der Scheide nach.

INTERPRETATION DER KURVEN

RUBIN beobachtete schon im Jahre 1919, daß bei der Durchblasung der Tuben das Gas nicht gleichmäßig durch Uterus und Tuben strömt. Seit etwa 40 Jahren ist man also um die Ursache des Druckwechsels bemüht, der sich in Schwankungen auf dem Kymographen des RUBIN-Apparates ausdrückt. Sind sie uterinen oder tubaren Ursprungs?

GUTHMANN deutete 1922 als erster die auf dem Manometer beobachteten Oscillationen als Tubenkontraktionen. Seine Überlegung basierte auf der Tatsache, daß bei Undurchgängigkeit der Tuben auch keine Druckschwankungen bestehen. Dadurch wurde der Uterus als mögliche Ursache der Schwankungen von ihm ausgeschlossen.

RUBIN schloß sich 1925 der Meinung von GUTHMANN an. In zahlreichen Versuchen bemühte er sich um die Klärung dieses Problems.

So durchblies er zum Beispiel menschliche Tuben vor und nach Ligatur. Nach Unterbinden der Tuben waren keine Oscillationen zu beobachten, selbst wenn man den Druck auf 200 mmHg erhöhte. Erst nach Lösen der Ligatur traten wie der Druckschwankungen auf.

Der Uterus wurde als Quelle der Oscillationen ausgeschlossen, da seine Kontraktionen viel weniger frequent sind und eine größere Amplitude besitzen als die Tubenkontraktionen.

WESTMANN (1943) sah in der Anordnung der Uterusmuskulatur um das Ostium uterinum den Ausdruck der Kontrolle des Gasflusses durch uterine Kontraktionen.

STABILE widersprach im Jahre 1941 der bisherigen Anschauung, daß ausschließlich Tubenkontraktionen für das Auftreten von Oscillationen verantwortlich seien. Er zweifelte am Ursprung der Oscillationen durch tubare Kontraktionen und vertrat dies durch folgende Experimente zu beweisen: (Abb. 19, 20 und 21 im Anhang)

1. Beide Tuben wurden am Ostium abdominale verschlossen. Man erhielt bei der Insufflation eine gleichmäßige Kurve ohne Oscillationen. Das gleiche Bild ergab sich beim Unterbinden der Tuben direkt am Uterus und an anderen Stellen. Die Tubenkontraktionen, die bei den durch die Insufflation überdehnten Tuben existieren, sind so schwach, um registrierbare Oscillationen hervorzurufen.

2. Wurde eine Tube gleichmäßig mit Gas durchströmt und dann ligiert, kam es zu keiner Veränderung der Oscillationen, so daß die Kurve richtig die Resultante der Superposition der Durchgängigkeitskurve jeder einzelnen Kurve darstellte.
3. Soll durch starkes Blasen mit dem Mund in den Insufflationsapparat eine analoge Kurve wie bei der Insufflation erreicht werden, so ist eine ungeheure Kraft dazu nötig, Oscillationen hervorzurufen. STABILE warf daher die Frage auf, ob die dünne Tubenmuskulatur überhaupt registrierbare Oscillationen hervorrufen kann. Seiner Meinung nach stammen diese von der viel stärkeren Uterusmuskulatur.

Durch folgende "in-vitro"-Versuche versuchte STABILE die Tuben als Ursache für die Oscillationen auszuschließen:

1. Nach Einbringen exstirpierter Tuben in RINGER-LOCKE-Lösung begannen sie sich rhythmisch zu kontrahieren. Es wurde eine Kurve gezeichnet, deren Oscillationen ganz verschieden von denen bei der normalen kymographischen Insufflation beobachteten waren.
- An der exstirpierten, mit dem Apparat von RUBIN insufflierten Tube, erhielt STABILE bei Dehnung keine Oscillationen. Vergleichende Experimente an der Kropfmuskulatur des Hahnes bestärkten STABILE in seinen Vermutungen: Der Kropf wurde insuffliert, das Gas ließ er aus einer künstlich gesetzten Öffnung entweichen. Obwohl die Kropfmuskulatur des Tieres starker als die der menschlichen Tube war, erhielt er keine Oscillationen.
2. STABILE schrieb Kurven vor und nach Salpingektomie. Die erhaltenen Oscillationen waren in beiden Fällen die gleichen.
3. Es wurden Oscillationen nach Ligatur der Tuben und Punktion des Uterusfundus aufgezeichnet. Im Augenblick der Unterbindung blieb die Kurve auf gleicher Höhe. Bei Punktion des Fundus fiel sie jedoch steil ab, um dann dieselben Oscillationen wie bei intakten Tuben zu zeigen.
4. Oscillationen isolierter Tuben und Uteri wurden mit dem Bild einer normalen Insufflationskurve verglichen. Die Uteruskontraktionen ahnelten ihr am meisten.

Klinisch interpretierte STABILE die Oscillationskurven folgendermaßen: Wird in die künstliche Öffnung des Uterusfundus eine Kautschuktube eingeführt und diese gebogen oder komprimiert, führt sie zu charakteristischen Veränderungen des Kurvenverlaufs. Wenn also die bei normaler Insufflation gewonnenen Oscillationen von den uterinen Kontraktionen abhängen, sind die weiteren Veränderungen des Kurvenverlaufes wie paraboloide Kurven ohne Oscillationen oder atypische Höhe der Kurve ausschließlich von den anatomischen Bedingungen der Tubendurchgängigkeit abhängig, in der gleichen Art, wie man mit der Kautschuktube eine Änderung des Kurvenverlaufes erreichen kann.

Wo liegt nun der Nutzen dieser Erkenntnisse für die praktische Diagnostik der Tubendurchgängigkeit?

STABILE gab folgende Interpretation:

- a) die Kurve, die sich nach initialem Anstieg auf gleicher Höhe bewegt, ist typisch für bilateralen Verschuß der Tuben. Es entstehen keine Oscillationen.
- b) Bei Kurven mit initialem Druckanstieg wird entweder ein Hindernis beseitigt oder es existiert eine Organveränderung in der Tube oder den Uterushörnern.
- c) Ein erhöhter Tonus verlangt ein höheres Druckniveau für einen Durchfluß, selbst unter physiologischen Bedingungen.

Druckwerte für einen Durchfluß genügen.

e) Parabolöide Kurven sollen durch teilweisen Verschuß des Tubenlumens, durch Abknicken oder Stenose erzeugt werden. Durch diese Veränderung kommt es nur zu einer Durchflußverzögerung.

f) Die normalen (auf den Druck bezogen) Kurven werden als Fälle interpretiert, bei denen das Tubenlumen im isthmischen Teil durch Hypokinese des Uterus dilatiert ist.

g) Es gibt aber auch Kurven, bei denen das Fehlen von Oscillationen auf einer Veränderung der Dynamik des Uterus infolge Insuffizienz des Ovars zurückzuführen ist. In diesen Fällen sind nach entsprechender Hormontherapie Oscillationen wieder nachweisbar.

Das von F.KENTSCHER und SEMM entwickelte Insufflationsgerät erlaubte auf Grund seiner hohen Empfindlichkeit die auftretenden Druckschwankungen besser als bisher zu registrieren. Bis zu 100 Ausschläge pro Minute konnten damit bei der Durchblasung gesunder Tuben aufgezeichnet werden. Die infolge der verfein-

ten Registrierung auftretenden Druckschwankungen, die bei einer Ähnlichkeit mit der Höhe bis zu 20 mmHg so zahlreich erscheinen, daß die Autoren an der Urheberschaft der glatten Muskulatur zweifelten. SEMM fand schließlich bei experimentellen Vergleichsuntersuchungen am menschlichen und tierischen Uterusmuskel, daß die aufgezeichneten Schwingungen nicht mit der Tätigkeit der Uterus- und Tubenmuskulatur in Verbindung gebracht werden können;

Die schnellste rhythmische Kontraktionsgeschwindigkeit konnte am Rattenuterushorn registriert werden, das auf Reiz 2,4 Kontraktionen pro Minute ausführt, während der menschliche Uterus sich auf Reiz maximal 0,5 - 1 mal/min. und spontan nur etwa jede dritte Minute kontrahiert. Ähnliche Werte ergaben auf Reiz auch die Katzenhörnchen. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit betrug also 4 pro Minute.

Die Ursache für die Druckschwankungen, die F.KENTSCHER und SEMM registrierten, lag nicht in der psychischen Kontraktion, sondern in einer intrauterinen Insufflation. Sie vermuteten, daß für die Entstehung der Oscillationen verantwortlich zu machen.

Die Ursache einer Wundheilungsverzögerung wurde durch Verwendung englumiger Substanzen und Puder weitgehend ausgeschaltet. Auftretende Druckschwankungen

konnten mittels des mechanischen Bandschreibmeßgerätes ohne wesentliche Verzerrung aufgezeichnet werden. Der apparative Meßfehler ist somit sehr klein und bei gleichen Verhältnissen wegen seiner Konstanz zu vernachlässigen. Der Deutung der Entstehung von Oscillationen durch FIKENTSCHER und SEMM dienen folgende Überlegungen:

Vor einer Durchbläsung liegen die Wände von Uterus und Tuben aneinander. Infolge der Auskleidung des Lumens mit einer schleimsezernierenden Innenfläche ist neben dem von außen einwirkenden intraabdominellen Druck die Kohäsionskraft nicht zu vernachlässigen. Bei einer Durchbläsung müssen also Kohäsionskraft und intraabdomineller Druck überwunden werden, um die Schlauchwände zu entfalten. Diese Entfaltung geht aber ungleichmäßig vonstatten, da mit der Entfaltung eines Teilstückes der Druck im System abfällt und das Lumen wieder kollabiert. Experimentell werden diese Erkenntnisse dadurch gestützt, daß beim Durchblasen einer mit viskosen Flüssigkeit gefüllten Rohre der Gasdurchfluß unregelmäßig pulsierend erfolgt. Erschwerend wirkt hierbei noch, daß die Viskosität im zu durchblasenden Tuben-System ungleichmäßig ist und ein beispielsweise vorhandenes intratubares Blutgerinnsel eine Widerstandserhöhung schafft, die nur durch vermehrten Druck überwunden werden kann. Solche Ereignisse können Anlaß diagnostischer und therapeutischer Fehlschlüsse werden.

FIKENTSCHER und SEMM belegten ihre Überlegungen durch folgende Versuche; Zunächst wurden einfache Kanülen unterschiedlicher Länge pertubiert; diese Kanülen hatten größtenteils einen Durchmesser von 0,2 - 0,4 mm. Dies entspricht etwa dem von BONNET errechneten Tubendurchmesser. Die Versuchsanordnung wurde so gewählt, daß mit Flüssigkeiten verschiedener Viskositätsgrades gefüllte Kanülen pertubiert wurden. Die dabei erhaltenen Ergebnisse wurden mit nach der Flüssigkeitsfüllung wieder ausgeblasenen Kanülen verglichen, in denen nur noch eine die Innenwand benetzte feine Flüssigkeitsschicht einen Strömungswiderstand brachte. In weiteren Versuchen, die SEMM und MÜLLER durchführten, dienten in die Kanülen eingebrachte Metallkugeln den Studien der Autoren. Die so erhaltenen Pertubationsdiagramme sind den in vivo erhaltenen Bildern bei der Durchbläsung menschlicher Eileiter sehr ähnlich. Die Initialschwankung, die bisher durch die Entfaltung des Uterus gedeutet wurde, konnte SEMM auch bei direkt an das Pertubationsgerät angeschlossenen Kanülen feststellen.

Die meist rhythmischen Kurvenschwankungen traten bei stärker viskosen Flüssigkeiten jeweils mit dem Austritt eines Flüssigkeitstropfens auf. Waren die Flüssigkeiten weniger viskos und nicht homogen, ähnelten die Oscillationen denen, die sonst als Ausdruck einer Tubenperistaltik gedeutet wurden. Um im Experiment den natürlichen Bedingungen näherzukommen, wurde ein in Windungen gelegter Dünndarm vom Schwein in ein mit Wasser gefülltes Glasgefäß gebracht und mit Luft aufgeblasen. Dazwischen wurde ein etwa 6 cm langes Stück eines Schweineureters gelegt. Der Ureter konnte durch Anschließen an das Pertubationsgerät

dauernd durchblasen werden. Der auf den Ureter von außen ausgeübte Druck entsprach dem intraabdominellen Druck von 10-20 mmHg. Zunächst wurde der vorher mit Wasser durchspülte Ureter durchblasen. Nach Erreichen des zur Entfaltung des Ureters nötigen Pertubationsdruckes sank die Druckkurve um 20-30 mmHg ab, um dann nach Einstellen des dynamischen Gleichgewichtes fast geradlinig weiterzulaufen. Danach wurde der Ureter mit einer viskösen Flüssigkeit (z.B. Kathetergießmittel) aufgefüllt und erneut durchblasen. Schon im ascendierenden Schenkel der Kurve war ein kurzer Druckabfall zu sehen, der als Zeichen einer ungleichmäßigen Entfaltung gedeutet wurde. Bei Entfaltung der Lumina fällt der Druck wieder stark ab, danach kann sich aber durch laufende Verklebungen kein dynamisches Gleichgewicht einstellen, und man sieht Amplitudenschwankungen zwischen 5 und 30 mmHg. Die Einstellung eines dynamischen Gleichgewichtes ist abhängig vom Querschnitt des Ureters bzw. Eileiters, vom Druck, der Menge und der Geschwindigkeit des nachstromenden Gases und vom Füllungsdruck der Darmschlingen.

Somit lassen Anfangsergebnisse, die schon fast eine Bestätigung ihrer Überlegungen ergaben, die entwickelten FIKEM-SCHIEK und SEMM ein möglichst genaues Modell des weiblichen Beckens aus Plexiglas (Abb. 12 im Anhang).

Aus dünnwandigem Gummi wurden Uterus, Eileiter und Darmschlingen in natürlicher Größe nachgebildet. Der Darm wurde mit Wasser gefüllt, in den dazwischenliegenden Raum wurde ebenfalls Wasser gebracht.

Die Veränderung des Druckes in den Darmschlingen veränderte den Basisdruck. Die oben am Modell angebrachte Gummihantel erlaubte die Nachahmung der Uteruscontraktionen. Der Verlauf der Perturbation - besonders das Alternieren von Gastromes zwischen beiden Tuben konnte durch das Plexiglas gut beobachtet werden. Wasser oder Honiglosung wurden zur Imitation des Tubensekretes verwandt.

Mit diesen den natürlichen Verhältnissen weitgehend entsprechenden Versuchsanordnung wurden nun folgende Ergebnisse erzielt:

Beim Durchblasen im trockenen Zustand stellte sich entsprechend der Höhe des Innendruckes im Becken ein dynamisches Gleichgewicht ein. Der Kurvenverlauf war fast geradlinig.

Die Durchblasung der mit Wasser gefüllten Tube zeigte frequente Oscillationen um 1-2 mmHg Amplitudenhöhe. Nach Entfalten der Lumina und dem daraus resultierenden plötzlichen Druckabfall stellte sich bei 30 mmHg ein dynamisches Gleichgewicht ein. Die frequenten Oscillationen sind durch den Austritt der Gasbläschen bedingt.

Das Durchblasen nach Durchfüllung mit dünnflüssiger Honiglosung bot ein völlig anderes Bild. Zunächst lag der zur Entfaltung der Lumina nötige Druck höher und nach dem Durchbruch des Gases war der Druckverlauf sehr unruhig. In

es unter der Wirkung der Kohäsionskräfte immer wieder zu partiellen Verklebungen kam. Wurde eine hochviskose Honiglösung verwendet, machte sich schon beim Druckanstieg das Wirken der Kohäsionskräfte bemerkbar. Bei einer Basis von 60 mmHg betrug die Amplitude schon 30-50 mmHg, also 50% des Basiswertes. Stand die gleiche Honiglösung zwei Stunden im Tuben-Modell, konnte erst nach mehrfacher Druckerhöhung der Widerstand überwunden werden. Danach kam es zu starkem Druckabfall, ein glatter Kurvenverlauf konnte sich jedoch durch eine leichte Verengung des Tubenmodells einstellen. Die Kurvenbilder glichen denen, die am Lebenden beim sogenannten Tubenspasmus erhalten werden.

Mit diesen Versuchen wollten KRENSCHEN und SEMM auf die Wichtigkeit der bisher vernachlässigten physikalischen Phänomene hinweisen, andererseits aber nicht die biologischen Einflüsse auf das Diagramm dadurch ausschließen. Die Deutung von BONHEF, daß die initialen Oszillationen durch Tubenspasmus bedingt seien, konnte von SEMM und MÜLLER widerlegt werden, da sie diese Erscheinungen an Leichenmaterial stets zu Beginn der Perturbation beobachtete. Sie führten die Oszillationen vielmehr auf den Inhalt des Hohlsystems zurück, da sie durch Einbringen verschiedener flüssiger Medien zu variieren und zu provozieren waren.

Weitere Versuche auf diesem Gebiet wurden von WIMPFHEIMER und FERESTEN durchgeführt. Sie amputierten in Tierversuchen die Tuben schrittweise und beobachteten, daß die Oszillationen erst nach Entfernung des isthmischen Tubenabschnittes ausblieben. Wurde unmittelbar am Uterus amputiert, so war ein deutlicher Druckabfall zu verzeichnen.

PYE, STAVORSKI und HARTMANN (1968) stützten auf Grund von Tierversuchen bei denen ebenfalls die Tuben reseziert wurden, die Entstehung der Oszillationen im intramuralen Tubenanteil. Sie wurden auf Kontraktionen eines utero-tubaren Sphincters zurückgeführt. Die Autoren fanden auch nach Resektion des isthmischen Tubenteils noch Oszillationen.

MÜLLER und SEMM beobachteten, ebenso nach Abtragung des Isthmus tubae noch Oszillationen. Sie konnten diese aber nicht auf einen Sphincter zurückführen, da sie ihre Versuche an biologisch totem Material vornahmen.

VERSUCHSTEIL

1. Versuch

Das exstirpierte Uterus-Tuben-Präparat einer 29-jährigen Patientin mit Carcinoma in situ wurde mit dem Universal-Pertubationsgerät Modell "S" nach FIKENTSCHER und SEMM durchblasen. Bis zu einem Druck von 200 mmHg zeigten beide Tuben keinerlei Veränderungen (A). Ab 200 mmHg wurde die rechte Tube sackförmig aufgetrieben und bläulich verfärbt. Ihr Verlauf war geschlangelt. (Abb. I im Anhang)

Bei 300 mmHg wurde die rechte Tube durchgängig (B). Bei diesem Druck flossen 10 ml/min durch diese Tube. Nach Abtragen des Fimbrienendes fiel der Druck kaum merklich (2 mmHg) ab. Auch der Durchfluß änderte sich nicht. Es flossen etwa 70 ml/min (C). Die Entfernung der nächsten zwei Zentimeter hatte ebenfalls fast keinen Einfluß auf die Höhe des Druckniveaus (D). Es herrschte ein Durchfluß von 80 ml/min.

Die Abtragung der folgenden beiden Zentimeter veränderten das Kurvenbild überhaupt nicht (E), ebenfalls die Abtragung des letzten Tubenstückes vor dem Corpus (F).

Erst die Entfernung des Ostium uterinum tubae hatte einen starken Druckabfall zur Folge (G). Der Durchfluß steigerte sich auf 110 ml/min. (Abb. II im Anhang)

2. Versuch

Das Operationspräparat einer 64-jährigen Patientin wurde nach 3 Tagen durchblasen. Der Uterus besaß mehrere Myomknollen, die Portio war unauffällig. Die Cervix war 7 cm, das Cavum 3 cm lang.

Es konnte keine Durchgängigkeit der Tuben erzielt werden.

Die durch die Portio eingeblasene Luft entströmte durch die cervixnahen Gefäße.

Bei Anlegen eines Druckes von 50 mmHg flossen 15-20 ml/min, bei 100 mmHg 60 ml/min, bei 180 mmHg 50 ml/min und bei 200 mmHg flossen 70 ml Kohlen-säuregas in der Minute durch die Venen in der Umgebung der Cervix. (Abb. III im Anhang)

Versuch in vivo

I.

Eine 42-jährige Patientin, bei der wegen beginnendem Corpus-Carcinom eine Totaloperation notwendig war, wurde während der Operation durchblasen. Auf den Kurvenbildern sind die Veränderungen, die im Verlauf des Versuches während der schrittweisen Resektion der Tuben auftraten, aufgezeichnet. (Abb. IVa im Anhang)

(1) Tube vor Eröffnung der Bauchhöhle, (2) nach Eröffnung der Bauchhöhle, (3) Beginn des Gasanstrittes bei eröffneter Bauchhöhle. Der jetzt auffallend erschwerte Gasdurchfluß gegenüber (1) konnte nicht geklärt werden. Trotz betastens und Massierens der Tube ist die Durchgängigkeit nicht wesentlich zu beeinflussen. (4) Abklemmen der linken Tube, (5) Abklemmen der rechten Tube. (6) beide Tuben werden abgeklemmt, (7) Kontrolle, ob Katheter einwandfrei durchgängig. Nach Anlassen des Druckes am den Tubenballons besteht ein Gasedurchfluß von 50 ml/min bei einem Druck von 300 mmHg. (Abb. IVb und IVc sowie V im Anhang)

(8) Beide Tuben werden durchblasen, (9) Beginn der Abscheidversuche, rechte Tube abgeklemmt. (10) Halbresektion der linken Tube, (11) 2/3 der linken Tube entfernt. (12) Abschneiden des Funduseckes, (13) Abklemmen des linken Tubenstummels und Durchblasen der rechten Tube allein. (14) Halbresektion der rechten Tube. (15) 2/3 der rechten Tube werden entfernt. (16) Resektion des Funduseckes, (17) Funduseck wird herausgezogen und abgeschnitten. Auch bei diesem Versuch war zu sehen, daß erst die Entfernung des Ostium uterini eine wesentliche Dringenszunahme bewirkte, die durch die schrittweise und zweipolige Resektion veränderten sich. Die Durchdringungsverhältnisse änderten sich nicht. (Abb. VI und VII im Anhang)

Die schrittweise Resektion der linken Tube bewirkte eine allmähliche Durchflußsteigerung von 50 auf 70 ml/min; anders lagen die Verhältnisse rechts, wo die schrittweise Resektion bis zum letzten Tubenstück nur geringe Veränderungen hervorrief.

Erst nachdem das Funduseck herausgezogen und abgeschnitten war, stieg der Durchfluß von 70 auf 100 ml/min. (Abb. VIII im Anhang)

II.

Durchblasen des Uteruskörpers eine Stunde nach Totalexstirpation. Die rechte Tubenöffnung des Uterus erwies sich jetzt als undurchgängig. Bei der Linken ergaben sich folgende Werte; (Abb. IX im Anhang)

ZUSAMMENFASSUNG

Eine häufige Ursache der organisch und funktionell bedingten Sterilität ist die Unwegsamkeit der Tuben. Die Frage nach der Durchgängigkeit des menschlichen Eileiters ist also von großer Bedeutung. Basierend auf der Tatsache, daß die Tube die Verbindung von Uterus und Vagina mit der freien Bauchhöhle darstellt, fand im Jahre 1886 die erste physikalische Durchgängigkeitsprüfung der Tuben statt, die STONE mit Flüssigkeiten wie Sublimatösung und Jodtinktur durchführte. Der Nachweis wurde durch die Laparotomie erbracht. 1897 verwendete DÖDERLEIN für dieselbe Methode Methylviolettösungen. Die Entwicklung der Durchgängigkeitsprüfung der Eileiter knüpft sich an Namen wie GUTHMANN, SELLMHEIM, LE LORIER, NÜRNBERGER, STABILE, RUBIN, FIKENTSCHER, SEMM, BONNET, um nur einige hervorzuheben. Die Insufflation, wie man das Einbringen von Gasen oder Flüssigkeiten in Uterus und Tuben zum Zwecke der Tubendurchgängigkeitsprüfung nannte, wurde mit Luft, Ozon, Kohlensäuregas und Flüssigkeiten verschiedenster Art durchgeführt. Wurden Flüssigkeiten verwendet, war einmal der ascendierende Weg (Vagina, Uterus, Tuben, freie Bauchhöhle) möglich, zum anderen der descendierende, bei dem die Flüssigkeit in den Douglasschen Raum gebracht wurde und im Cervixschleim nachgewiesen werden konnte.

Bei der Insufflation wurden Druckschwankungen bemerkt, um deren Deutung man sich seit 40 Jahren bemüht. RUBIN und GUTHMANN nahmen die Tuben als Ursache der Schwankungen an, WESTMANN die Anordnung der Muskulatur um das Os uterinum. STABILE versuchte durch Versuche die bisher vertretenen Ansichten zu widerlegen. Er machte die Uterusmuskulatur für die Oscillationen verantwortlich. Mit dem von FIKENTSCHER und SEMM entwickelten Pertubationsgerät konnten die Druckschwankungen besser als bisher registriert werden. Es traten bei ihren Versuchen so viele Schwingungen (100/min.) auf, daß man an der Urheberschaft der glatten Muskulatur zweifeln mußte. FIKENTSCHER und SEMM machten nun physikalische Bedingungen für die Oscillationen verantwortlich und belegten ihre Thesen mit zahlreichen Versuchen. Besonders eindrucksvoll waren die Ergebnisse, die sie erhielten, als sie verschiedene Kanülen mit Flüssigkeiten verschiedener Viskositätsgrade durchbliesen und die Pertubationsdiagramme denen, die bei der Durchbläsung menschlicher Eileiter erhalten wurden, sehr ähnelten. Die meist rhythmischen Kurvenschwankungen traten jeweils mit dem Austritt eines Flüssigkeitstropfens auf. Weitere Versuche wurden dann an Schweineureteren und -jarmen durchgeführt. Dann wurde ein möglichst naturgetreues Modell eines weiblichen Beckens aus Plexiglas gebaut, an dem die beiden Autoren ihre Versuche weiterführten. Mit ihren Versuchen wiesen sie auf die Wichtigkeit der physikalischen Phänomene hin, die bisher über-

nachlassigt worden waren. BÖNNETS Deutung der feinen initialen Oscillationen als Tubenspasmen wurden von SEMM und MÜLLER an Leichenutern widerlegt. Weitere Versuche wurden von WIMPFHEIMER und FERESTEN durchgeführt, die beobachteten, daß die Oscillationen erst nach Amputation des isthmischen Tubenabschnittes ausblieben. PYE, STAVORSKI und HARTMANN nahmen den intramuralen Tubenabschnitt als Auslöser der Oscillationen an. SEMM und MÜLLER fanden aber, daß an biologisch totem Material auch Oscillationen auftraten.

In eigenen Versuchen wurde der Einfluß der einzelnen Tubenabschnitte auf die Höhe des Druckniveaus und die Durchflußmenge festgestellt. Im ersten Versuch blieben Durchflußmenge und Druckhöhe bis zur Entfernung des Ostium abdominale unverändert. Erst die Entfernung des Ostium uterinum hatte einen starken Druckabfall und eine Durchflußsteigerung zur Folge. Im zweiten Versuch war keine Durchgängigkeit zu erzielen, das Gas trat bei dem Präparat, einem Uterus myomatosus, an vielen Stellen des Uterus aus.

Der dritte Versuch konnte in vivo an einer Patientin, bei der eine Totaloperation notwendig war, durchgeführt werden. Auch dieser Versuch zeigte, daß dem Ostium uterinum eine wesentliche Rolle bei den Druck- und Durchflußveränderungen zukommt.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAJONSKI, S.: Experimentelle Pertubation und Uterosalphingographie. Ginek. pol. 8 (1929), H. 10/12
- BANK, E.B.: Hochdruckhydrotubation mit Hyaluronidase zur Eröffnung okkludierter Tuben. Gynecologia, 150 (1962), 42
- BERNASCHEK, W.: Über den Einfluß der Pertubation und Hysterosalphingographie auf die nachfolgende Konzeption und Schwangerschaft. Zbl. Gynäk. 76 (1954), 1210
- BERNHARD, P.: Die Sterilität des Weibes. Enke-Verlag, Stuttgart, 1947
- BLOCH-VORMSER, M.: Utero-tubare Durchblasung im Laufe und zur postoperativen Ergänzung von Eingriffen an den Tuben. Rev. franc. Gynec. 31 (1936), 312
- BONNET, L.: Mesure du calibre tubaire par l'insufflation kymographique et sa valeur pronostique. Gynec. prat. 8 (1957), 171
- Utilité de la mesure du debit pour l'étude des trompes stenosées par l'insufflation tubaire kymographique. Gynec. et Obstet. 53 (1954), 492
- Utilité de la mesure du debit dans l'insufflation tubaire Kymographique pour l'étude des trompes stenossés. Bull. Soc. Gynec. 27 (1938), 492
- Die Untersuchung der Fallopischen Tuben mit der kymographischen Insufflation. Arch. Lekarst. 40 (1938), 63
- Insufflation tubaire kymographique. Paris, 1938
- BUDLIMIC, R.: Zwölfjährige Tubendurchblasung inittels einer Apparatur. Zbl. Gynäk. 60 (1936), 2084
- BUNSTER, E. and CORONAL, L.: Insufacion utero-tubaria en ciclos normales e inducidos. Proc. 1st. World Congr. Fert. and Steril. 2 (1953), 17, New York, 1953

- CARY, W.H.: Note on determination of patency of fallopian tubes by the use of collargol an X-ray shadow. *Ammer. J. Obstet* 69 (1914), 462
- The indications for and the value of tubal patency tests in the study in sterility. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 6 (1923), 723
- The indications for and the value of tubal patency tests in the study in sterility. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 2 (1923), 406
- COTTE, G.: Les troubles du peristaltisme tubaire dans l'étiologie de la stérilité. *Gynéc. et Obstet.* 16 (1927), 298
- CONILL-SERRA, V.: Insufflation tubaire kymographique. *Soc. franç. de Gynéc.* 6 (1951), 221
- CURRIER, G.S.: A new method of determining the patency of the fallopian tubes in cases of sterility due to their obstruction. *J. obstet. gynaec. Brit. Emp.* 30 (1923), 58; 30 (1923), 586
- DAVIS, M.E.; WARD, E. and KING, A.: An evaluation of the PSP test for tubal patency. *Fertil. and Steril.* 3 (1952) 217
- DELLEPIANE, G.: Alcune osservazioni a proposito del metodo RUBIN per lesione della pervietà della tromba di Fallopio. *Folia Gynaecol.* 19 (1923), 181
- DECKER, A. and DECKER, W.: A tubal function test. *Obstet. and Gynec.* 4 (1954) 35
- DICKINSON, R.L.: Insufflation of fallopian tubes by air and by hand bulb. *Amer. Obstet. Gynec.* 6 (1923), 607
- DÖDERLEIN, A.: Experimentelle Untersuchungen über Intrauterin-injektionen. *Verhandlg. d. dtsh. Ges. f. Gynäk.* 1897
- DÖRING, G.: Eine relativ einfache, zuverlässige und ungefährliche Methode der Perturbation. *Die Medizinische*, 37 (1958), 1447
- DOUAY, E.: Stérilité d'origine tubaire. *Gynéc. et Obstet.* 12 (1925), 80

- DOUAY, E.: Insufflation tubaire pour la recherche de la permeabilite des trombes. Ber. ges. Gynäk. 7 (1925), 475
- DYROFF, B.: Hysterosalpingographie mittels Bromlösung. Zbl. f. Gynäk. 49 (1925) 1640
- ENGELMANN, F.: Eine einfache Vorrichtung zum Nachweis der Luft-durchgängigkeit der Tuben. Zbl. Gynäk. 47 (1923), 1760
- FERGUSON, R. T.: A simplified apparatus for testing the patency of the fallopian tubes with accuracy. Surg. gynecol. a. obstet. 39 (1924), 831
- Testing patency of fallopian tubes. J. Amer. med. Ass. 84 (1925) 336
- FIKENTSCHER, R.: Über die gebräuchlichen Durchgängigkeitsprüfungen der Eileiter. Klin. Med. (Wien), 12 (1957), 497
- Diagnostik und Therapie der Sterilität der Frau. Münch. med. Wschr. 100 (1958), 213
- Diagnostik und Therapie des Eileiterverschlusses, deren Möglichkeiten und Grenzen. Geburtsh. u. Frauenheilk. 17 (1957), 301
- FIKENTSCHER, R. und SEMM, K.: Beitrag zur Methodik der utero-tubaren Pertubation. Geburtsh. und Frauenheilk. 15 (1955), 313
- Beitrag zur Deutung der bei der utero-tubaren Persufflation erhaltenen Oscillationen. Proceedings of the Second World Congr. on Fertil. and Steril. Neapel, 1956
- Physikalische Grundlage zur utero-tubaren Persufflation. Arch. Gynäk. 188 (1956) 184
- Weitere Untersuchungen zur Methodik der Pertubation und der Deutung der Pertubationsdiagramme. Geburtsh. und Frauenheilk. 18 (1958), 161
- Possibilités et limites de l'insufflation uterotubaire. Gynec. prat. 6 (1958), 413

- FIKENTSCHER, R. und SEMM, K.: Demonstration eines neuen Universalpertubationsgerätes mit einem Beitrag zur Deutung der bei der uterotubaren Persufflation erhaltenen Kurvenbilder. Proceedings II. World Congr. Fertil. and Steril. 2 (1958) 1521. Neapel, 1958
- Die apparativ gesteuerte Eileiterdurchblasung. Geburtsh. und Frauenheilk. 24 (1964), 541
- Neue diagnostische Erkenntnisse bei der apparativen Persufflation. Ann. Ostet. Gynec. 81 (1959), 42
- Ein neues Verfahren zur Durchblasung und Hysterosalpingographie und seine klinische Bedeutung. Zbl. Gynäk. 82 (1960), 737
- FRIEDL, H.: Zur Durchblasung der Eileiter. Zbl. Gynäk. 49 (1939), 2607
- FROMMOLT, G.: Einiges über Gefahren und Fehldiagnosen bei der Pertubation. Zbl. Gynäk. 49 (1925), 126
- GEPPERT, F.: Die Tubendurchblasung in ihrer Beziehung zur Therapie der Sterilität. Zbl. Gynäk. 48 (1924), 1703
- Zur gefahrlosen Tubendurchblasung. Zbl. Gynäk. 49 (1925), 418
- GRAFF, E.: Zur Therapie der Sterilität der Frau. Wien. klin. Wschr. 36 (1922), 38
- Zur operativen Behandlung der Sterilität. Wien. klin. Wschr. 36 (1922), 721
- GRAFFAGNINO, P.: Modification of the RUBIN apparatus for insufflation of the tubes. Amer. J. Obstet. Gynec. 10 (1925), 743
- GUTHMANN, H.: Eine neue Methode zur operationlosen Prüfung der Eileiterdurchgängigkeit. Mschr. Geburtsh. Gynäk. 59 (1923), 10
- HASELHORST, G.: Zur Technik der Tubendurchblasung. Dtsch. med. Wschr. 2 (1931), 1335
- HANSON, S.: A simplified method of introducing the carbon diocide in the tubal patency test. Amer. J. Obstet. 21 (1931), 749

- HEANEY, N.S.: A simple method of testing the patency of the fallopian tubes. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 6 (1923), 581
- HENKEL, M.: Vereinfachung der Tubendurchblasung und Anwendung der Uterographie. *Dtsch. med. Wschr.* 52 (1926), 1155
- HEROLD, G.: Ein neues Kombinationsgerät für Sterilitätsdiagnose, -prognose und -therapie, unter besonderer Berücksichtigung der funktionellen Tubenverschlüsse. *Zbl. Gynäk.* 70 (1948), 900
- HEYNEMANN, Th.: Weibliche Sterilität. *Geburtsh. und Frauenheilkunde.* 3 (1941), 467
- HORALEK, F.: Der diagnostische Wert und die Technik der Perturbation bei der Sterilität. *Bratisl. lek. Listy.* 4 (1924), 7
- JAKOBY, A.: Further simplification of the tubal insufflation test. *Amer. J. Obstet.* 17 (1929), 871
- JIRATKO, K.: A contribution to functional examination of the fallopian tubes by kymographic hydrotubation. *Čs. Gynec.* 22 (1957), 342
- Contribution to the problem of oscillation during kymographic insufflation of the oviducts. *Čs. Gynec.* 23 (1958), 597
- JONES, H.M.: A device with fixed safety limits for the RUBIN test. *Amer. J. Obstet.* 19 (1930), 119
- KABOTH, G.: Eileiterdurchblasung. *Ber. ges. Gynäk. Geburtsh.* 12 (1927), 129
- KARCZMAR, A.: Vapores de éter para insuflacion tubaria. *Fertil. and Steril.* 9 (1958), 904
- KOK, F.: Zur Frage der Durchgängigkeitsprüfung der Eileiter als diagnostisches Hilfsmittel bei Sterilität. *Med. Klin.* 22 (1926), 1634
- LAURENTIE et MOUSSALI: Appareil pour l'insufflation des trombes (Tubo-perméabilimetre). *Gynécologie*, 25 (1926), 346

- LE LORIER et
BLOCH-VORMSER, M.: Présentation d'un insufflateur utéro-tubaire. Bull. de la soc. d'obstét. et de gynéc. 16 (1927), 368
- MANDELSTAMM, A.: Eine vereinfachte Methode zur Prüfung der Durchgängigkeit der Tuben. Zbl. Gynäk. 46 (1923), 1764
Zur Frage der Untersuchung der Wegsamkeit der Eileiter durch Pertubation. Vrac. Delo, 17 (1934) 727
- MARBACH, A.H.: An automatic recording apparatus for tubal insufflation. Amer. J. Obstet. 39 (1940), 1072
- MOQUOT, PALMER,
LEJEUNNE et RIAZI: Recherches sur la technique de l'insufflation utéro-tubaire. Bull. Soc. Obstetr. 25 (1936), 778
- MOMBACH, G.: A new gas control valve for the RUBIN test. Amer. J. Obstet. 18 (1929), 431
- MOENCH, G.L.: Some experiences with gas insufflation of the Fallopian tubes. J. Amer. med. Ass. 24 (1925), 1802
- NOVAK, J.: Bemerkungen über die Durchgängigkeitsprüfungen der Eileiter. Wien. klin. Wschr. 36 (1936), 238
- NÜRNBERGER, L.: Sterilität. Halban-Seitz III (1924), 806
Die Behandlung der weiblichen Sterilität. Dtsch. med. Wschr. 49 (1923), 406
- OHNO, S.: Ein neuer Pertubationsapparat. Zbl. Gynäk. 43 (1927), 2750
- OTT, D.V.: Eine neue Methode zur Prüfung der Tubendurchgängigkeit. Zbl. Gynäk. 106 (1927), 546
- OTTO, J.: Die Bedeutung der Perflation und Salpingographie in der Therapie der Sterilität. Zbl. Gynäk. 46 (1939), 2474
- OTTOW, B.: Zur Methodik der Tubendurchblasung. Zbl. Gynäk. 47 (1923), 1752
Nochmals zur Technik der Tubendurchblasung. Zbl. Gynäk. 48 (1924), 1961

- PALMER, R. et
DEVILLERS, J.: L'insufflation kymographique dans les sténoses et les obturation tubaires. *Gynéc. et Obstet.* 39 (1939), 38
- PALMER, R.: Carboxygénateur de PALMER. Les explorations fonctionnelles gynécologique. Masson et Cie. Paris, 1963
- PALMER, R. et
PULSFORD, J.: L'hystérosalpingographie à la dione polyvidone: son association à l'insufflation utéro-tubaire. *Rev. franç. Gynéc.* 49 (1954), 189
- POBEDINSKI, M.N.: Prophylaxe, Diagnostik und Behandlung der weiblichen Unfruchtbarkeit. *Ann. Ostet.* 78 (1924), 193
- PRIBRAM, E.: Zur Tubendurchblasung. *Zbl. Gynäk.* 50 (1924), 2750
- Weitere Erfahrung mit der Tubendurchblasung. *Klin. Wschr.* 30 (1927), 624
- RANDALL, L.: Tubal inflation in a case of sterility. *Med. Clin. N. Amer.* 8 (1925), 1137
- REVOLTELLA, G.: Visualizzazione intra-operatoria della pervietà tubarica (Salpingocromoscopia). *Attual. Ostet. Ginec.* 4 (1958), 1015
- RIAZI: Appareil de RIAZI. Les explorations fonctionnelles gynécologique. Masson et Cie. Paris, 1963
- RINDFLEISCH, W.: Darstellung des Cavum uteri. *Berl. klin. Wschr.* 17 (1910), 780
- ROZOVSKY, J. and
NIKULIN, P.: The functional state of fallopian tubes in sterility. *Sovetsk. Med.* 24 (1960), 39
- RUBIN, I.C.: Diagnostic value and therapeutic application of peruterine insufflation of the fallopian tubes in cases of sterility. *Proc. roy. Soc. Med.* 19 (1925), 1
- Tubal patency. Clinical study in sixhundred and fifty cases of sterility by the method of peruterine insufflation combined with kymograph. *J. Amer. med. Ass.* 90 (1928), 99

- RUBIN, I.C.: Uterotubal insufflation followed by pregnancy in 205 cases out of a series of 2000 cases of infertility. An analysis of the factors involved with special reference to the therapeutic application of the method. J. Amer. Obstet. 17 (1929), 484
- Uterotubal insufflation. The C.V. Mosby CO, Saint-Louis, 1950
- The nonoperative determination of patency of fallopian tubes. By means of intrauterine inflation with oxygen and the production of an artificial pneumoperitoneum. Amer. J. Med. 13 (1952), 562
- Utero-tubare Insufflation und H.S. Geburtsh. und Frauenheilkunde. 12 (1952), 22
- Comparison of carbon dioxide and opaque media in the diagnosis of tubal patency. Fertil. and Steril. 3 (1952), 179
- RÜBSAMEN, W.: Die retrograde Tubendurchblasung. Münch. med. Wschr. 1 (1942), 49
- SELLHEIM, H.: Ein einfacher, zuverlässiger und ungefährlicher Tubenschneuzer. Zbl. Gynäk. 47 (1923), 1206
- Versuche mit dem Tubenschneuzer. Zbl. Gynäk. 47 (1923), 1473
- Wiederbelebung der Sterilitätsforschung durch die Erfindung der Tubendurchblasung. Med. Klin. 46 (1923), 1509; 47 (1923), 1540
- Bemerkungen zur Tubendurchblasung. Zbl. Gynäk. 48 (1924), 604
- SHARMAN, A.: La fonction tubaire et ses troubles. Masson et Cie, Paris, 1955
- SOKOL, K.: Ein gynäkologisches Kombinationsgerät. Zbl. Gynäk. 78 (1956), 825
- SLUNSKY, R.: A contribution to the technique and the results of diagnosis of blocking fallopian tubes. Čs. Gynek. 21 (1956), 41

- STABILE, A.: Interpretation de las alternativas ritmicas en los quimogramas de insuflacion uterotubaria. *Obstetr. y Ginecol. latino-amer.* 10 (1952), 40
- Interpretation of manometric oscillations observed during utero-tubal insufflation. *Fertil. and Steril.* 5 (1954), 138
- Histerogramas de insuflación uterotubaria en la insuficiencia ovárica. Congreso Argentino de Obstet. y Ginec. Buenos Aires, 1954
- Signification physiologique et interpretation clinique des courbes oscillantes dans l'insufflation utéro-tubaire. La fonction tubaire et ses troubles. Masson et Cie, Paris, 1955
- STABILE, A. et LEBORGNE, F.: Emploi des radio isotopes A 198 pour l'étude de la perméabilité tubaire isoperistaltique. *Gynéc. prat.* 7 (1956), 259
- STAVORSKI, J. and HARTMANN, G.: A study to determine the origin of fluctuations in pressure. *Obstet. and Gynec.* 11 (1958), 622
- STONE, J.S.: The patency of the fallopian tubes ascertained by transuterine injection of fluids. *J. Amer. Obstet. and Gynec.* 5 (1923), 408
- SYZGANOVA, K.: A simple and safe method of fallopian tubes insufflation. *Akush. i Ginek.* 35 (1959), 76
- SCHUBERT, G.: Ein einfaches Instrument zur Prüfung der Tubendurchgängigkeit. *Zbl. Gynäk.* 48 (1924), 2071
- SCHÜCKING, A.: Ozon an Stelle von Sauerstoff. *Zbl. Gynäk.* 49 (1925), 1672
- SCHULTZE, G.K.F.: Gynäkologische Röntgendiagnostik, Stuttgart 1939
- SCHWARZWÄLLER, G.: Zu den therapeutischen Erfahrungen mit der Perturbation. *Zbl. Gynäk.* 50 (1926), 2280
- SCHWEDT, E.: Die Chromdarstellung nach Hinselmann in diagnostischer und therapeutischer Hinsicht. *Dtsch. Gesundh.-Wes.* (1953), 702
- LEITE II Der Wert der Perturbation in der funktionellen Tubendiagnostik. *Wien. klin. Wschr.* (1956), 169

- WESTMANN, A.: Die Intrauterininsufflation als technisches Hilfsmittel bei Sterilitätsoperationen. Zbl. Gynäk. 40 (1943), 643
- WONG, A.: A modified RUBIN gas test. Akush. i. Ginek. 33 (1957), 93
- WEISMAN, A.J.: Pregnancy in sterility cases following combined gasoil-gas instillation into the utero-tubal tract. Proceedings of the 1st. World Congress on Fertil. and Steril. New York, 1953
- ZUBRZYCKI, J.: Über die Untersuchung der Durchgängigkeit der Eileiter. Pol. gaz. lek. 4 (1925), 77

A N H A N G

ALLGEMEINER TEIL



ABB. 1: Querschnitt der menschlichen Tube. (DUBREUIL)

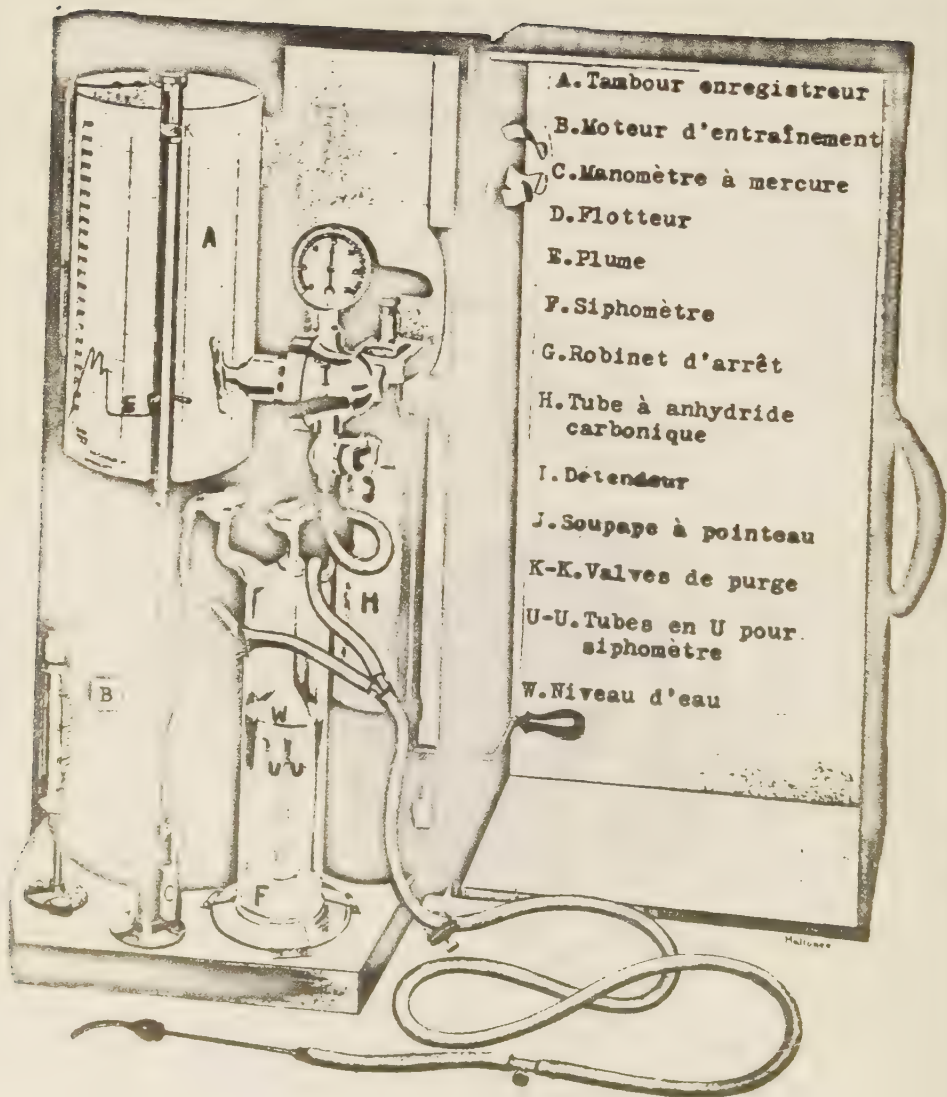


ABB. 2: Apparatur des 1949 von RUBIN angegebenen Tubendurchblasungsgerätes.

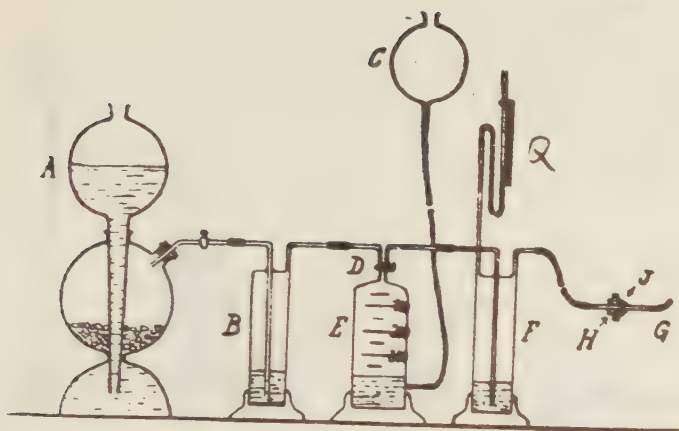


ABB. 3: Apparatur von GUTHMANN (1922)

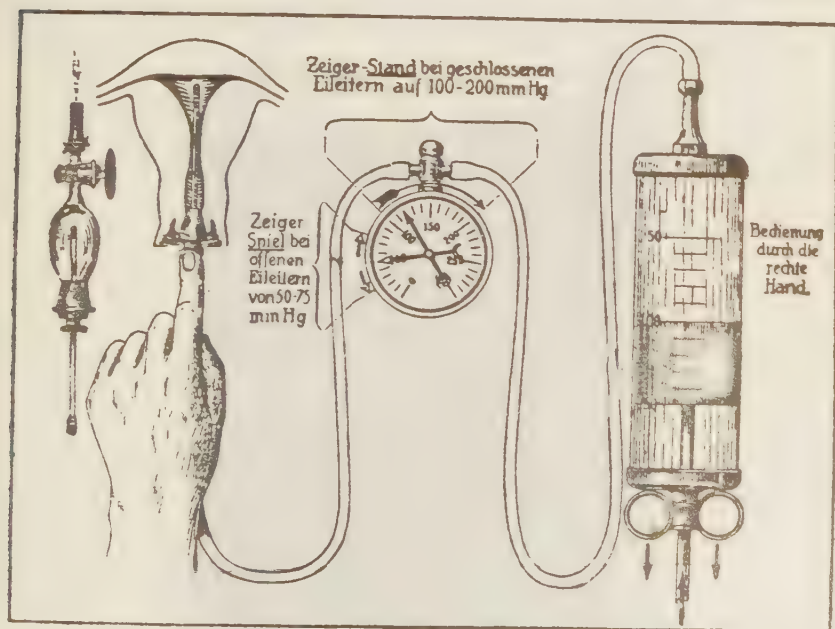


ABB. 4: Der "Tubenschneuzer" von SELLEHEIM (1923)

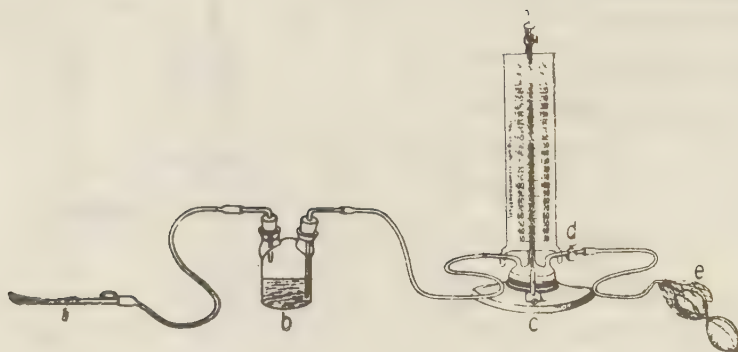


ABB. 5: Die 1923 von MANDELSTAMM angegebene Apparatur



ABB. 6: Das Instrumentarium von OTTOW (1923)

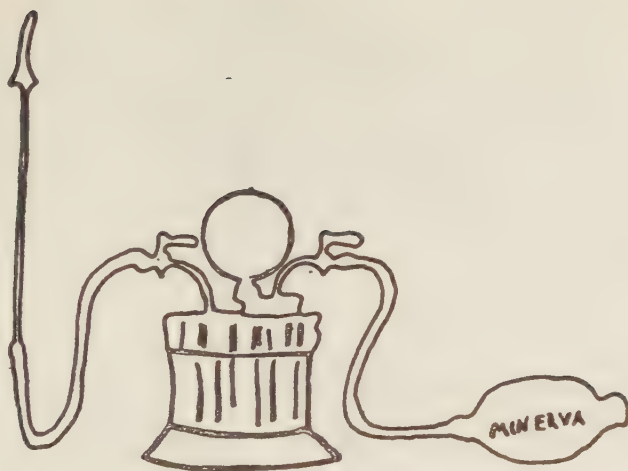


ABB. 7: DOUAYs Apparatur (1924)

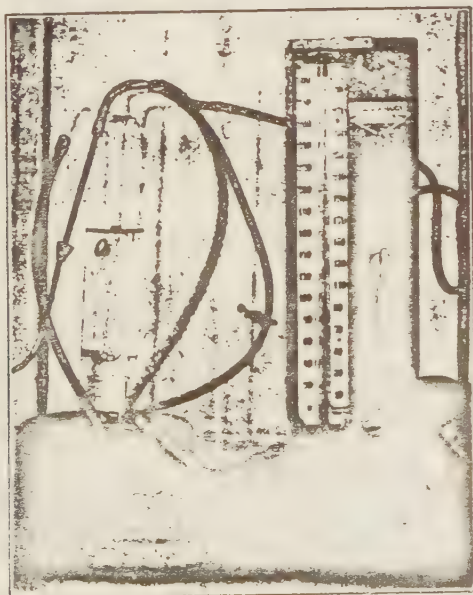


ABB. 8: Apparatur von GRAFFAGNINO (1925)

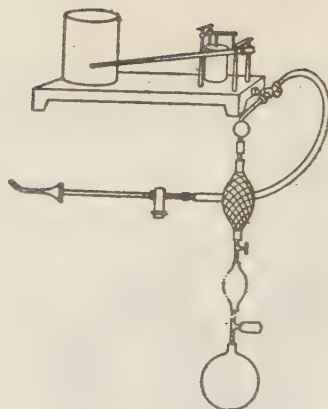


ABB. 9: Instrumentarium von RIAZI (1936)

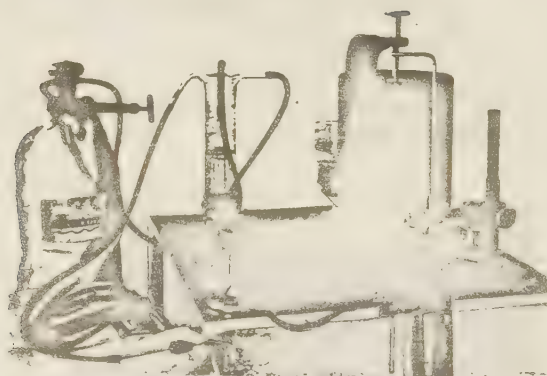


ABB. 10: Versuchsanordnung von FRIEDL (1936)

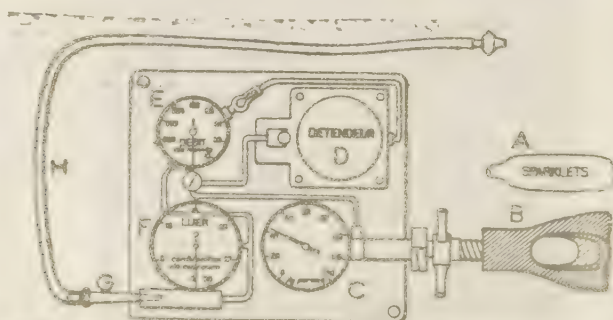


ABB. 11: Carboxygenator von PALMER (1936)

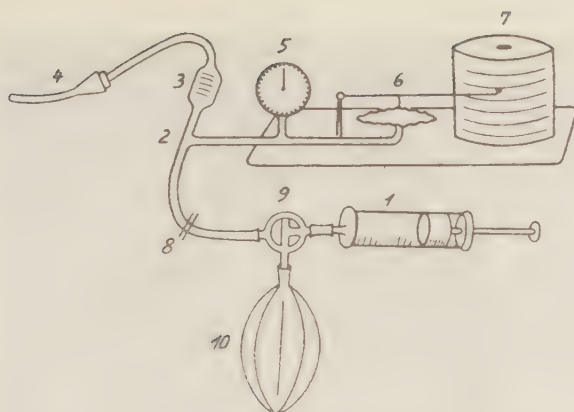


ABB. 12: Pertubationsapparat von DÖRING (1958)



ABB. 13a.



ABB. 13b.

ABB. 13a und b. Der Kurvenverlauf bei einer Perturbation bei durchgängigen Tuben (oben) und bei undurchgängigen Tuben (unten).

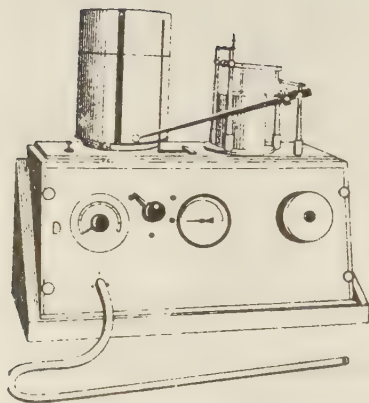


ABB. 14: Apparatur von BONNET (1938)

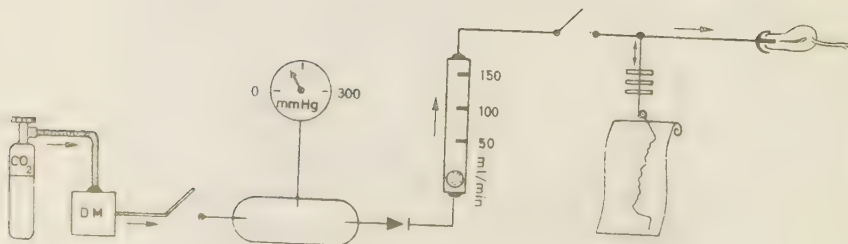


ABB. 15: Der Weg des Kohlensäuregases bei der apparativ gesteuerten Insufflation nach FIKENTSCHER und SEMM

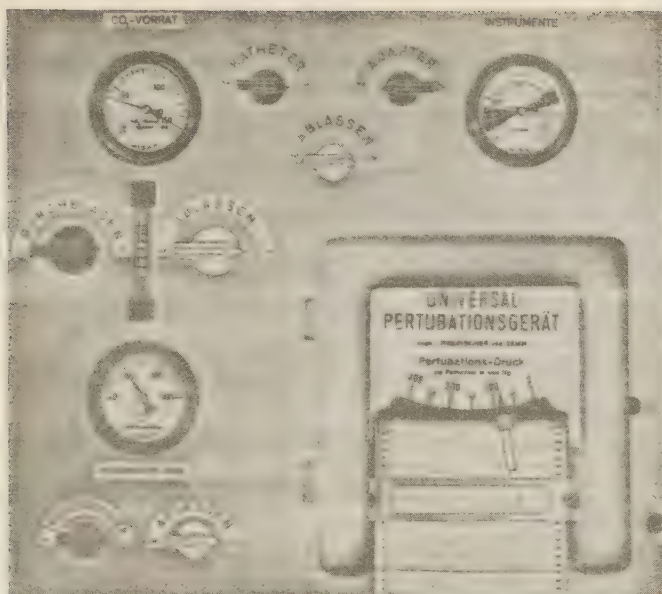


ABB. 16: Universal-Pertubationsgerät nach FIKENTSCHER und SEMM (Modell "S")

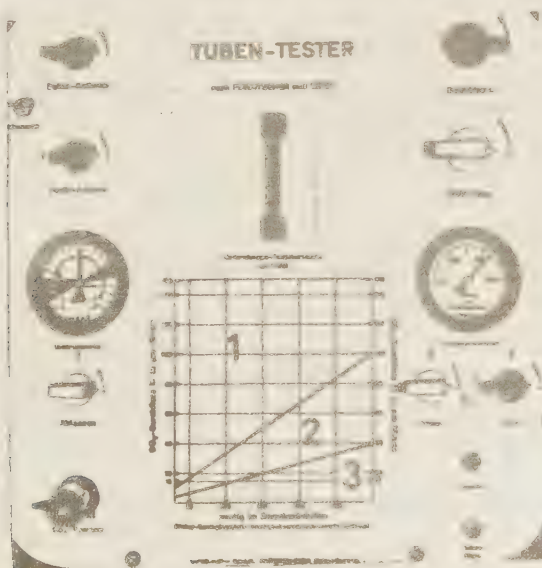
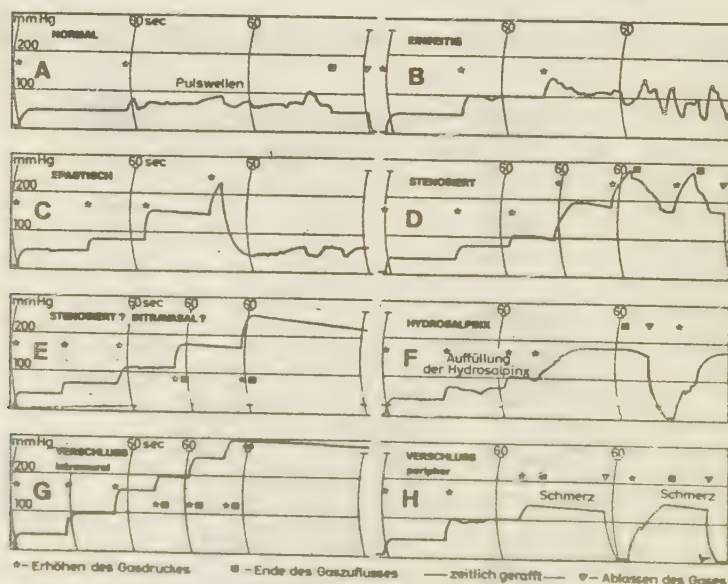


ABB. 17: Tubentester nach FIKENTSCHER und SEMM

BEURTEILUNG DER KURVENBILDER BEI DER EILEITERDURCHBLASUNG

mit dem Universal-Perfusionsgerät nach FIKENTSCHER und SEMM

- ① **NORMALE BEIDSEITIGE EILEITERDURCHGANGIGKEIT:** Nach der in 1minütigem Abstand erfolgten fraktionierten Drucksteigerung von 50 mm Hg auf 75–100 mm Hg zeigen sich flachwellige Oszillationen, denen kurzweilige aufmodulierte sind, die der Pulsfrequenz entsprechen.
Durchfluß: ≈ 120 ml/min bei 300 mm Hg im Zwischenbehälter.
- ② **ENSSEITIGE EILEITERDURCHGANGIGKEIT:** Die Gaspassage tritt bei etwa 100 mm Hg ein. Nach fraktionierter Druckerhöhung auf 150 mm Hg zeigen sich hohe Amplituden, denen die Pulswellen wiederum deutlich aufmoduliert sind.
Durchfluß: ≈ 100 ml/min bei 300 mm Hg im Zwischenbehälter.
- ③ **EILEITER- ODER UTERUS-SPASMUS:** Bei spastisch veranlagten Patientinnen kann der Druck meist ohne Schmerz (da der Spasmus stets im intramuralen Tubenabschnitt auftritt) fraktioniert bis 200 oder 250 mm Hg in 1minütigen Intervallen gesteigert werden. Nach plötzlichem Abfall Kurvenbild und Durchfluß wie bei A).
- ④ **PERIPHERE ODER INTRAMURALE STENOSE:** Bei der fraktionierten Druckerhöhung beginnt schon ab 100 mm Hg ein geringgradiger Durchfluß. Nach Beendigung des Gaszuflusses fällt die Kurve etwa im Winkel von 45° ab.
Durchfluß: max. 40 ml/min bei 300 mm Hg im Zwischenbehälter.
- ⑤ **HOCHGRADIGE STENOSE ODER INTRAVASALE INSUFFLATION:** Fällt die Kurve bei fraktionierter Druckerhöhung nach Beendigung des Gaszuflusses in einem flachen Winkel ab, muß neben einer hochgradigen Stenose mit einem intravasalen Gasabstrom gerechnet werden (cave)!
Durchfluß: kleiner als 15 ml/min bei 300 mm Hg im Zwischenbehälter.
- ⑥ **Ein- ODER BEIDSEITIGE HYDROSALPINX:** Nach fraktionierter Drucksteigerung beginnt zunächst bei 75 mm Hg ein fast normales Kurvenbild, das aber stets rasch im Bereich des eingestellten Druckes geradlinig verläuft. Ab 150 mm Hg ist meist die Unterbrechung der Gasinsufflation wegen unerträglicher werdender Schmerzen notwendig. Bei erneuter Gasinsufflation sofortiger Anstieg der Kurve und Schmerz, da die Tuben noch mit Gas gefüllt sind.
Durchfluß: nur intermittierendes, aber deutliches Schweben der Kugel.
- ⑦ **INTRAMURALER EILEITERVERSCHLUSS:** Nach jedem fraktioniertem Druckanstieg verläuft die Kurve geradlinig im eingestellten Druckbereich. Der geringgradige Abfall der Kurve nach Beendigung des Gaszuflusses ist bedingt durch die Gasresorption durch das Endometrium.
Durchfluß: Kugel schwebt nur solange, als die Kurve ansteigt.
- ⑧ **PERIPHERER EILEITERVERSCHLUSS:** Nach fraktionierter Druckerhöhung bis etwa 100 mm Hg kurzzeitiges Schweben der Kugel. Bei weiterer Druckerhöhung auf 150 mm Hg oder max. 200 mm Hg unerträglicher Schmerz, der nach Ablassen des Gases bei erneutem Gasanstieg sofort wieder auftritt.
Durchfluß: Kugel schwebt nur während des Kurvenanstieges.
- ⑨ **PERTUBARE VERWACHSUNGEN:** Treten im Verlauf der unter A) beschriebenen Kohlensäuregasinsufflation nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten oder schon früher starke ein- oder beidseitige Schmerzen auf, ohne daß primär die Durchflußmenge (wie z. B. in F) abnimmt, so liegen peritubäre Eileiterverwachsungen vor. Dieses Phänomen ist meist erst ab einer insufflierten Gasmenge von 150 cm^3 zu beobachten. Der Schulterschmerz tritt in diesen Fällen oft verspätet oder gar nicht auf.



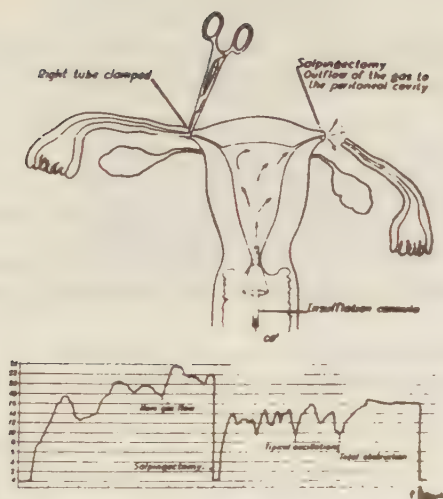


ABB. 19: Kymographische Oscillationen während utero-tubarer Insufflation nach Salpingektomie

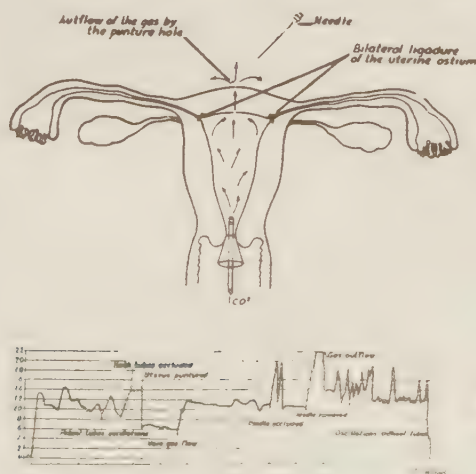


ABB. 20: Typische Oscillationen, die während der Insufflation erhalten wurden, nachdem beide Tuben an ihren uterinen Enden unterbunden waren. Der Gasaustritt aus der Uterushöhle wurde durch Nadelpunktion ermöglicht.

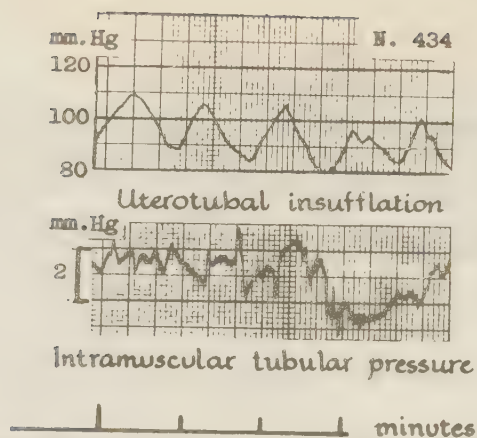


ABB. 21: Gleichzeitige Registrierung der Insufflation und des intramuskulären Tubendrucks während der Laparotomie



ABB. 22: Plexiglasbecken nach FIKENTSCHER und SEMM

VERSUCHSTEIL

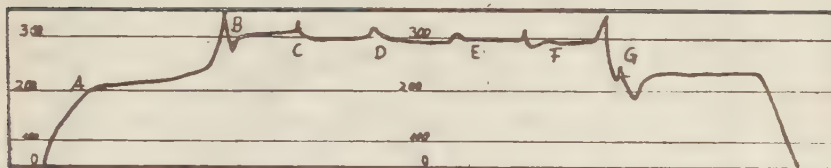


ABB. I: Kurvenbild der Durchblasung eines Uterus-Tuben-Präparates einer 29-jährigen Patientin mit fraktionierter Abtragung der rechten Tube

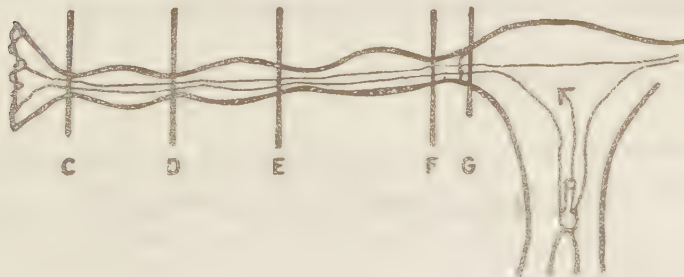
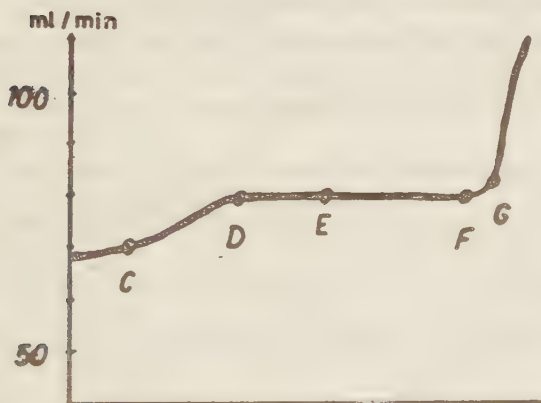


ABB. II: Durchblasung eines Uterus-Tuben-Präparates mit Konienbougie zur Messung der Durchflußmenge in ml/min bei einem Druck von 80 mmHg und gleichzeitiger fraktionierter Tubenresektion

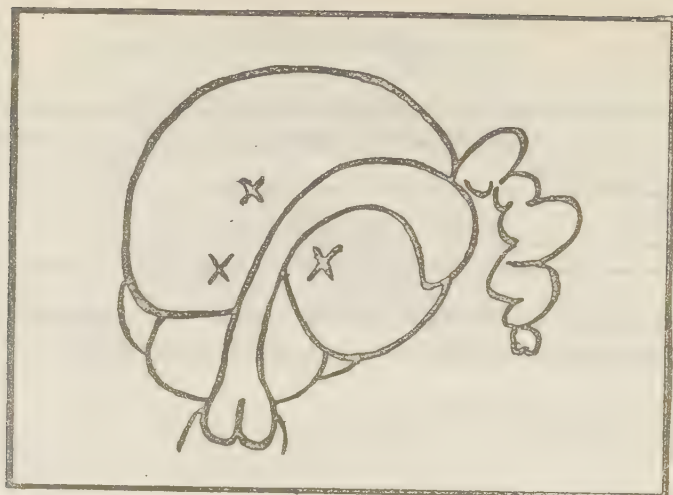


ABB. III: Austrittsstellen des Kohlendioxidgases bei der Durchblasung eines Uterus-myomatosis-Operationspräparates. Der Gasdurchfluß begann bei 50 mmHg mit 15 ml/min und stieg auf 70 ml/min bei 200 mmHg an

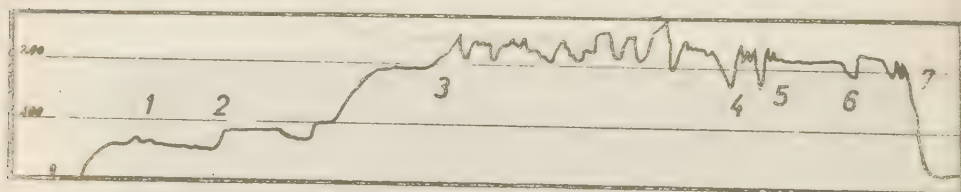


ABB. IVa: Kurvenbild der Durchblasung einer 42-jährigen Patientin intra operationem während fraktionierter Abtragung beider Tuben

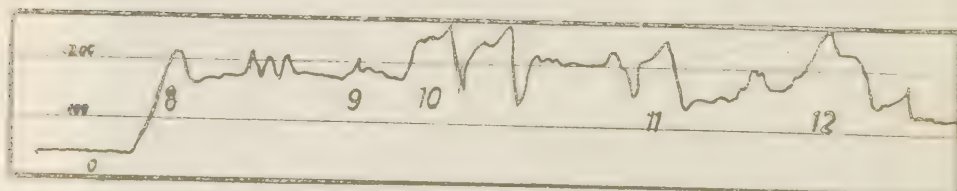


ABB. IVb: Legende siehe Abb. 4a

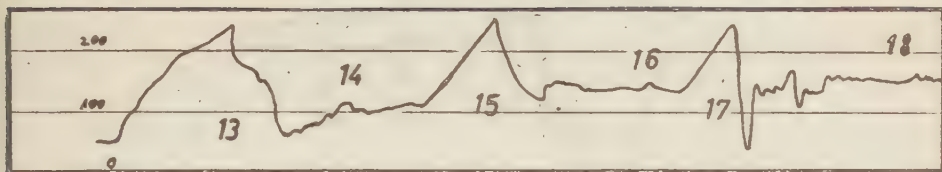


ABB. IVc: Legende siehe Abb. 4a

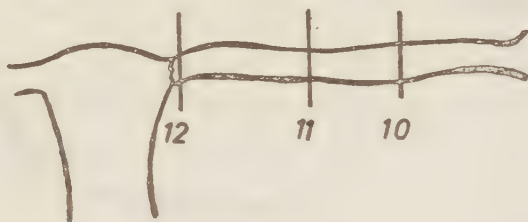


ABB. V: Darstellung der Resektionsschritte am Uterus-Tuben-Präparat.

Linke Tube ml/min

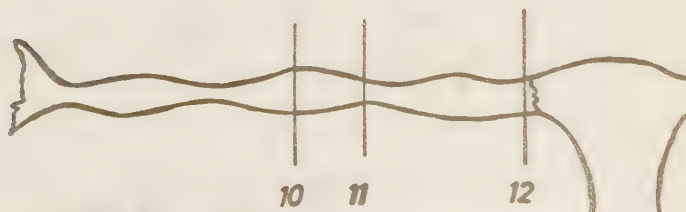
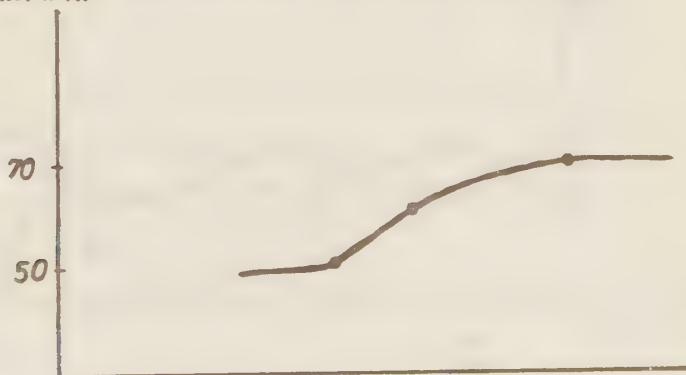


ABB. VI: Aufzeichnung der Durchflußsteigerung bei schrittweiser Resektion der linken Tube

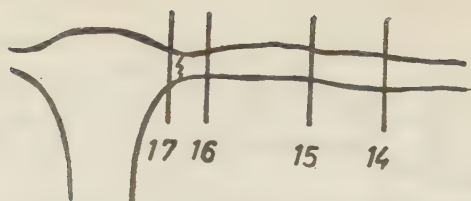


ABB. VII: Darstellung der Resektionsschritte am Uterus-Tuben-Präparat der rechten Seite

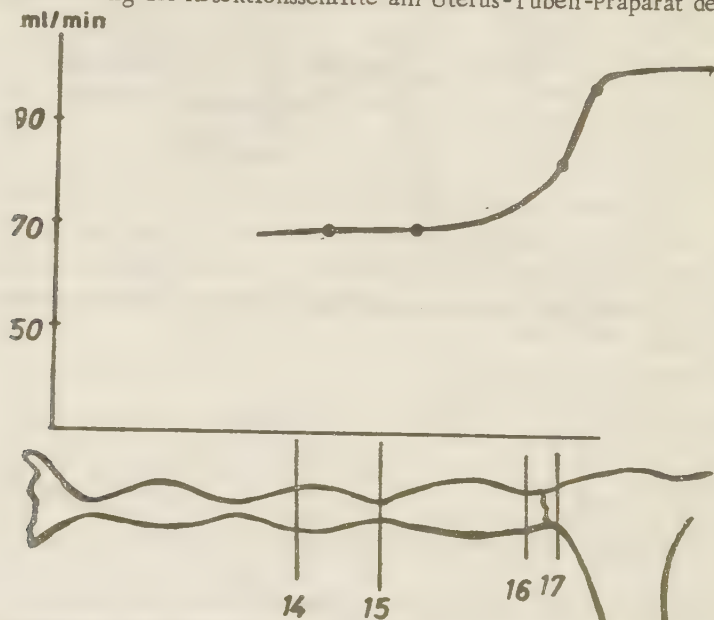


ABB. VIII: Darstellung der Steigerung der Durchflußmenge nach Resektion des Funduseckes

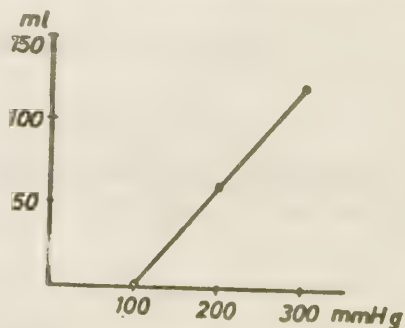


ABB. IX: Durchblasen der linken Tubenöffnung des Uterus-Tuben-Präparates eine Stunde nach der Exstirpation

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen Lehrern,
Herrn Prof. Dr. med. Richard Fikentscher und Herrn
Prof. Dr. med. Kurt Semm, für die Überlassung der
Dissertation und die vielfache Hilfe bei der Ausführung
derselben zu danken.

LEBENS LAUF

Am 28. März 1940 wurde ich als Tochter des Professors der Musik, Erich Neumann, und seiner Frau Gertrude, geb. Müller, in Prag geboren. 1945 siedelten wir nach Leipzig über, wo ich von 1946 bis 1958 die Schule besuchte. Im Jahre 1958 legte ich am humanistischen Zweig der Thomasoberschule das Abitur ab. Danach begann ich an der Universität Leipzig das Medizinstudium und legte 1960 das Physikum ab.

Nach Übersiedelung in die Bundesrepublik setzte ich das klinische Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München fort und schloß es hier am 4. August 1965 mit dem Medizinischen Staatsexamen ab.

Danach begann ich im September 1965 meine Medizinalpraktikantenzeit auf der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses rechts der Isar in München.

